

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

На правах рукопису
УДК 004.942

До захисту допущено
В. о. завідувача кафедри ММСА

О.Л.Тимощук

«___» _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 124 Системний аналіз
на тему: «Системний аналіз фондових ринків на основі теорії хвиль Елліота»

Виконав:

студент II курсу, групи КА-72 мп
Воробйов Дмитро Олександрович

Керівник: професор кафедри ММСА
д. т. н., проф. Данилов В. Я.

Рецензент: професор кафедри інформаційної безпеки
КПІ ім. Ігоря Сікорського
д. т. н., проф. Качинський А. Б.

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань
Студент _____

Київ
2018

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Рівень вищої освіти — другий (магістерський)

Спеціальність (спеціалізація) — 124 «Системний аналіз» («Системний аналіз фінансових ринків»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри ММСА

О. Л.

Тимошук

«___» _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Воробйову Дмитру Олександровичу

1. Тема дисертації: «Системний аналіз фондових ринків на основі теорії хвиль Елліота», науковий керівник дисертації Данилов Валерій Якович, д. т. н., професор, затверджені наказом по університету від «07» листопада 2018 р. № 4121-с

2. Термін подання студентом дисертації: _____

3. Об'єкт дослідження: часові ряди на фондовому ринку

4. Предмет дослідження: теорія хвиль Елліота

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

- 1) провести аналіз на фондовому ринку;
- 2) провести аналіз теорії хвиль Елліота;
- 3) застосування теорії хвиль Елліота.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

- 1) постановка завдання;
- 2) підготовлені дані;
- 3) побудова моделей;
- 4) порівняння результатів.

7. Орієнтовний перелік публікацій:

8. Дата видачі завдання: _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Отримання завдання	07.09.2018—15.09.2018	
2	Збір інформації, дослідження літератури	16.09.2018—30.09.2018	
3	Дослідження та аналіз вимог завдання, вибір доступних рішень поставленої задачі	01.10.2018—7.10.2018	
4	Огляд алгоритмів вирішення задачі	08.10.2018—14.10.2018	
5	Розробка програмного продукту	15.10.2018—21.10.2018	
6	Дослідження отриманих результатів	22.10.2018—28.10.2018	
7	Робота над теоретичним розділом диплому	29.10.2018—04.11.2018	
8	Робота над практичним розділом диплому	05.11.2018—12.11.2018	
9	Робота над розділом стартап-проекту	13.11.2018—19.11.2018	
10	Оформлення дипломної роботи відповідно до вимог	20.11.2018—26.11.2018	

Студент

Д. О. Воробйов

Науковий керівник дисертації

В. Я. Данилов

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація виконана на 98 сторінках, містить 15 ілюстрацій, 26 таблиць. При підготовці використовувалася література з 23 різних джерел.

Метою даної магістерської дисертації є проведення аналізу фінансового ринку, дослідження методів прогнозування часових рядах даних, застосування теорії Елліота до аналізу фондових ринків та дослідження методів вейвлет-перетворень, показника Херста та фрактальної розмірності для виявлення хвиль Елліота.

Фондовий ринок – система економічних відносин пов'язана з випуском, розміщенням та продажем цінних паперів. Він надзвичайно важливий через акумуляцію грошових ресурсів підприємств, населення, держави, іноземного капіталу, можливість трансформації вільного грошового капіталу.

Теорія хвиль Елліота описує поведінку фінансових ринків, з її допомогою можна виявляти, що відбувається на ринку та куди рухатися далі.

В даній роботі було досліджено хвильову теорію Елліота, фінансові ринки. В ході виконання роботи було зроблено висновки та надано рекомендації щодо використання теорії Елліота для аналізу фінансових ринків.

Об'єктом дослідження є часові ряди котирувань на біржах.

Предметом дослідження є хвильова теорія Елліота.

ХВИЛІ ЕЛЛІОТА, ХВИЛЬОВИЙ АНАЛІЗ, ФРАКТАЛЬНА РОЗМІРНІСТЬ, ФОНДОВІ РИНКИ, ФІНАНСОВІ РИНКИ

ABSTRACT

Master's thesis carried out on 98 pages containing 15 figures, 26 tables. The paper was written with references to 23 different sources.

The purpose of this master's thesis is to conduct a financial market analysis, study the methods for forecasting time series of data, use of Elliot's theory to stock markets analysis, and study of wavelet transformation methods, Hurst index and fractal dimension for Elliot wave detection.

Stock market – a system of economic relations associated with the issuance, placement and sale of securities. It is extremely important because of the accumulation of financial resources of enterprises, population, state, foreign capital, the possibility of transforming free money capital into securities.

The Elliot Wave Theory describes the behavior of financial markets, with which it can be used to identify what is happening in the market and where to go further.

In this paper we studied the wave theory of Elliot, financial markets. During the work, conclusions were made and recommendations were made on the use of Elliot's theory for running on financial markets.

The object of the research is the time series of quotations on the stock exchanges.

The subject of the research is the wave theory of Elliot.

ELLIOT WAVES, WAVE ANALYSIS, FRACTAL DIMENSION, STOCK MARKETS, FINANCIAL MARKETS

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	9
ВСТУП.....	10
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ФІНАНСОВИХ РИНКІВ.....	12
1.1 Актуальність задачі	12
1.2 Формалізація постановки задачі	12
1.3 Дослідження фінансових ринків	13
1.3.1 Призначення фінансового ринку	14
1.3.2 Класифікація фінансового ринку	16
1.3.3 Структура фінансового ринку	17
1.3.3.1 Ринок позикового капіталу	17
1.3.3.2 Валютний ринок	22
1.3.3.3 Ринок дорогоцінних металів	24
1.3.3.4 Ринок цінних паперів	25
1.3.4 Інфраструктура фондового ринку.....	33
Висновки до розділу	35
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРІЇ ХВИЛЬ ЕЛЛІОТА.....	37
2.1 Теорія циклів.....	37
2.2 Формалізація постановки задачі	38
2.3 Теорія хвиль Елліота	38
2.4 Дослідження фракталів	43
2.4.1 Класифікація фракталів	45
2.4.2 Фрактальна розмірність	45

2.4.3 Розмірність Мінковського	46
2.4.4 Розмірність Хаусдорфа-Безиковича	48
2.4.5 Моделі фракталів	49
2.4.6 Обчислення фрактальної розмірності	50
2.5 Вейвлет-аналіз	55
2.6 Архітектура системи підтримки прийняття рішень	57
Висновки до розділу	58
3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ	59
3.1 Мова програмування та середовище розробки	59
3.2 Вибірка	61
3.3 Аналіз отриманих результатів	62
3.3.1 DOG вейвлет	62
3.3.2 Аналіз вейвлета Морле	63
3.3.3 Аналіз вейвлета Рікера	64
3.3.4 Аналіз вейвлета Пауля	65
3.3.5 Аналіз фрактальної розмірності	66
3.3.6 Аналіз показника Херста	66
3.3.7 Порівняння результатів	67
Висновки до розділу	68
4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ	69
4.1 Опис ідеї проекту	69
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	71
4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту	79
4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	84
Висновки до розділу	87

ВИСНОВКИ	88
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	89
ДОДАТОК А ЛІСТИНГ КОДУ	91

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

СППР – система підтримки прийняття рішень

ЕКС – експоненційне ковзне середнє

ЕОМ – електронна обчислювальна машина

ДВП – Дискретне вейвлет-перетворення

НВП – Неперервне вейвлет-перетворення

СОДГР – система обробки даних та генерації рішень

DOG – Derivative of Gaussian

ВСТУП

В наш час досить часто відбуваються суттєві економічні зміни. Дуже важливо ці зміни передбачити та підлаштуватися до них. Аналіз часових рядів на фінансовому ринку в цьому є потужним інструментом, оскільки набирає популярності та відкриває можливості для заробітку на фінансовому ринку.

Фінансовий ринок є надзвичайно важливим для ринкової економіки. Призначення фінансового ринку полягає в забезпеченні підприємствам умов для залучення коштів.

Зараз для аналізу фінансового ринку використовується понад двісті показників, що говорить про те, що це область постійно розвивається та в ній проводяться нові дослідження. Постійно розвиваються методи та підходи, які допомагають краще зрозуміти процеси, що відбуваються та впливають на фінансовий ринок.

Однією з найвизначніших праць в області економічного аналізу є хвильова теорія Елліота або хвильовий принцип Елліота. Хоча ця економічна теорія була написана ще в першій половині XX століття, вона і сьогодні залишається дуже популярним напрямком в дослідженнях.

Основою хвильової теорії Елліота стали числа Фібоначчі. Елліот виявив та описав 13 моделей, для яких характерна повторюваність за формою, що базується на числах Фібоначчі, але не за часом та амплітудою. Елліот описав, як з моделей меншого розміру формуються моделі більшого розміру. Основним твердженням хвильової теорії є те, що все повторюється та відповідає одній закономірності.

Головна задача хвильового аналізу – правильно ідентифікувати хвилю, яка постійно повторюється, відділити шум та інші випадкові фактори для отримання власної хвилі Елліота.

Щоб теорія отримала інтерес з боку бізнесу необхідно реалізувати СППР, яка може в автоматичному режимі проводити ідентифікацію хвиль Елліота.

Для досягнення мети проведено аналіз існуючих систем підтримки прийняття рішень, проведено аналіз методів виявлення хвиль Елліота, розроблено архітектуру системи підтримки прийняття рішень.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ФІНАНСОВИХ РИНКІВ

1.1 Актуальність задачі

Відповідно до хвильової теорії Елліота, всі процеси, в тому поведінка суспільства та фінансових ринків, є циклічними та складаються з хвиль, які є самоподібними, тобто є маленькі хвиль, які утворюють хвилі більшого розміру, а ті, у свою чергу, утворюють хвилі ще більшого розміру. Тобто ці хвилі описують циклічні процеси, які відбуваються на фінансовому ринку [1].

Головна проблема хвильової теорії криється в тому, що зараз фахівці з технічного аналізу ідентифікують хвилі Елліота вручну. Це потребує великих зусиль, породжує складнощі та вносить людський фактор в застосування теорії.

Відповідно створення системи підтримки прийняття рішень, яка може проводити аналіз часових рядів та забезпечує аналітика необхідною інформацією – надзвичайно актуальна.

1.2 Формалізація постановки задачі

Метою цієї магістерської дисертації є дослідження існуючих методів знаходження хвиль Елліота і розробка власного алгоритму їх виявлення за допомогою попередньої обробки часових рядів.

В магістерській дисертації виділяємо наступні підзадачі:

- огляд фінансового та фондового ринків;
- огляд існуючих рішень на ринку;

- дослідження вейвлет-перетворень;
- дослідження фрактальної природи хвиль Елліота;
- розробка індикаторів, які допомагають модернізувати та покращити модель поліноміальної регресії;
- порівняння результатів.

1.3 Дослідження фінансових ринків

Фінансовий ринок — це сукупність фінансових відносин, які пов'язані з процесами купівлі-продажу фінансових ресурсів, які є необхідними для проведення виробничої та фінансової діяльності. Відносини купівлі-продажу полягають в передачі одним суб'єктом іншому суб'єкту за відповідну плату (відсотки, дивіденди, тощо) права на тимчасове чи постійне використання фінансових ресурсів. Така передача може відбуватися прямо або з допомогою фінансових посередників (банки, біржі, інвестиційні фонди тощо). У випадку безпосередніх взаємовідносин купівлі-продажу ресурсів, вони визначаються як відносинами обміну (передача права користуння), так і відносинами перерозподілу таких ресурсів між власниками і користувачами. За використання в торгівлі посередників фінансові відносини між ними та продавцями і покупцями ресурсів називають відносинами обміну, а перехід ресурсів від одного суб'єкта (продавця, власника, орендодавця) до іншого (покупця, користувача, орендаря) — відносинами перерозподілу [2].

Фінансовий ринок виконує надважливі функції в умовах ринкової економіки. Він є забезпечуючою структурою, в першу чергу для фінансів суб'єктів господарювання, оскільки вони є базовою частиною фінансової

системи. Фінансова діяльність починається з формування ресурсів підприємства або організації. Призначення фінансового ринку полягає в забезпеченні суб'єктам економічної діяльності належних умов для залучення необхідних коштів або, навпаки, продажу тимчасово вільних ресурсів. Тобто підприємства на фінансовому ринку можуть виступати не тільки в ролі покупця ресурсів, але й в ролі продавця.

Фінансовий ринок є складовою фінансової системи лише в умовах ринкової економіки, за якої переважна більшість фінансових ресурсів використовується суб'єктами підприємницької діяльності лише на засадах купівлі-продажу. Фінансовий ринок є інфраструктурою фінансової системи, яка забезпечує виконання базових функцій цієї сфери — фінансування суб'єктів господарювання. За умов планової економіки фінансового ринку майже не існувало, оскільки формування ресурсів та їх перерозподіл визначався та здійснювався на директивних засадах держави через бюджет та банківську систему. Навіть кредитним установам ресурси виділялися відповідно плану, а не на економічних засадах. За умов централізації, планової економіки та адміністративного порядку потреби у цій інфраструктурі — фінансовому ринку — просто не було.

1.3.1 Призначення фінансового ринку

Призначення фінансового ринку — забезпечення суб'єктам фінансового ринку належних умов для залучення необхідних коштів і продажу тимчасово вільних ресурсів.

Об'єктивною передумовою функціонування фінансового ринку є розбіжність потреби у фінансових ресурсах з джерелами їх задоволення.

В організаційному плані фінансовий ринок — це сукупність ринкових фінансових інституцій, що супроводжують потік коштів від власників фінансових ресурсів до позичальників.

Об'єктами відносин є [23]:

- цінні папери;
- фінансові послуги;
- грошово-кредитні ресурси.

Суб'єктами відносин є:

- держава;
- підприємства;
- громадяни.

Функції фінансового ринку:

- мобілізація тимчасово вільних ресурсів;
- розподіл вільних коштів між споживачами;
- прискорення обороту капіталу та активізація економічних процесів у державі;
- мінімізація фінансових ризиків.

Принципи на фінансовому ринку:

- вільний доступ до інформації та ринкових інструментів для всіх учасників фінансового ринку;
- прозорість ринку та правовий захист його учасників;
- конкурентність та ефективність;
- відповідність міжнародним стандартам.

1.3.2 Класифікація фінансового ринку

За видами фінансових активів [23]:

- кредитний ринок;
- ринок цінних паперів (фондовий ринок);
- валютний ринок (іноземна валюта і фінансові інструменти, що обслуговують її);
- страховий ринок;
- ринок дорогоцінних металів;
- ринок фінансових послуг.

за періодом обертання фінансових активів:

- ринок грошей;
- ринок капіталів.

за регіональною ознакою:

- місцевий;
- регіональний;
- національний;
- світовий.

за швидкістю реалізації угод на фінансовому ринку розрізняють:

- ринок з терміною реалізацією угод (як правило, до 3 днів);
- ринок з нетерміною реалізацією угод.

1.3.3 Структура фінансового ринку

Структура фінансового ринку – це характеристика його складу за певними ознаками: функціональною, сегментарною, інституціональною тощо.

Структура фінансового ринку має наступні складові:

- ринок позикового капіталу;
- валютний ринок;
- ринок дорогоцінних металів;
- ринок цінних паперів.

1.3.3.1 Ринок позикового капіталу

Ринок позикового капіталу – це складова частина фінансового ринку, де формується попит і пропозиція на позиковий капітал.

Інфраструктура ринку позикового капіталу представляє собою в основному банківські установи, тому його часто називають ринком банківських кредитів. На ньому також діють інші кредитно-фінансові установи, які входять до складу кредитної системи. З функціональної сторони це система економічних відносин, яка забезпечує нагромадження і перерозподіл грошового капіталу для забезпечення грошовими ресурсами підприємств, установ та організацій. Саме ринок позикового капіталу забезпечує суб'єктам економіки доступ до грошових ресурсів.

Позиковий відсоток або відсоток за кредит – це сплата, яку отримує кредитор від одержувача кредиту за надані в кредит гроші або матеріальні

активи. Економічна природа цього позикового відсотка обумовлена існуванням економічного виробництва та пов'язаних з ним кредитних відносин. За своїм призначенням позиковий відсоток, з одного боку, відображає ефективність використання позики, а з іншого – забезпечує доходи банку, компенсуючи його витрати. Позиковий відсоток є частиною прибутку, яку підприємець платить власнику капіталу за користування позиченими грошима.

В економічній теорії є й інші підходи до визначення природи позикового відсотку. Дж. Кейнс розглядав суть відсотку як «плату за розставання з ліквідністю». В теорії Дж. Кейнса формування відсотка регулюється дією провідного психологічного закону, за яким люди віддають перевагу грошам як найбільш ліквідній формі багатства [12].

Величина позикового відсотку, за Кейнсом, залежить від двох чинників, вона:

- прямо пропорційна «перевагам ліквідності»;
- обернено пропорційна кількості грошей, що знаходяться в обігу.

Джерелом сплати позикового відсотку є прибуток, що його одержує підприємець у процесі продуктивного використання позикового капіталу.

Прибуток розподіляється між суб'єктами кредитних відносин:

- кредитор отримує прибуток у вигляді відсотку за кредит;
- позичальник отримує підприємницький дохід у вигляді прибутку на позиковий капітал.

Величина позикового відсотку характеризується його нормою у вигляді відсоткової ставки. Норма відсотка визначається як відношення річного доходу до суми наданого кредиту.

Норма відсотка знаходиться у залежності від норми прибутку. Норма відсотка може коливатись від нуля до середньої норми прибутку. Мінімальне

значення має бути більше нуля, щоб видача кредиту мала сенс для кредитора. Максимальне значення має бути меншесередньої норми прибутку, щоб отримання кредиту мало сенс для кредитора.

Слід розрізняти ринкову норму відсотку, яка формується на ринку, і середню норму, тобто норму відсотка за певний період. Ринкова норма відсотка визначається кон'юктурою, тобто відношенням попиту та пропозиції.

Максимальний рівень досягається під час економічної кризи, коли норма прибутку падає до мінімуму. В цій ситуації вкладники, щоб уберегти свої заощадження, намагаються їх отоварити. Це веде до зменшення депозитів. Разом з тим, під час кризи виникає масова гонитва за грошми як засобами платежу і значно зростає попит на позиковий капітал, для погашення боргових зобов'язань.

У період депресії, коли відбувається масове вивільнення з виробничої сфери грошового капіталу та його нагромадження у формі позикового капіталу, знижується середня норма прибутку і, відповідно, норма відсотку також знижується. Під час періоду росту зростає попит на кредит при недостатніх обсягах позикового капіталу, а тому підвищується норма відсотку. З цього слідує взаємозалежність змін норми відсотка та норми прибутку в межах відповідних фаз розвитку ринку.

На рівень позикового відсотка впливають інфляційні процеси, прискорення яких викликає підвищення процентних ставок для захисту від знецінення позикового капіталу. Особливо актуальним збереження позикового капіталу стає в період гіперінфляції, коли на момент повернення кредиту реальна вартість позикового капіталу значно нижча за момент надання. Через це розрізняють номінальну і реальну (з урахуванням індексу інфляції) відсоткові ставки. Темпи зростання відсотків мають випереджати

темпи інфляції. Інакше інфляція породжує відсотковий ризик – небезпеку втрат: у кредиторів – внаслідок зниження реальних ставок за кредити відносно темпів інфляції, у боржників – при їх підвищенні.

Типи відсоткових ставок:

— постійні (фіксовані) – не змінюються протягом всього періоду кредитування;

— перемінні (плаваючі) – можуть змінюватися в процесі кредитування.

Для запобігання втрат, особливо в період інфляції, використовуються плаваючі відсоткові ставки за кредит.

Є два типи чинників, що впливають на відсоткову ставку: макроекономічні та мікроекономічні.

На макрорівні ці відношення попиту та пропозиції, які склалися на кредитному ринку. Підвищення попиту викликає підвищення відсоткової ставки. Проте в умовах конкурентної боротьби це не завжди спрацьовує. Банки не можуть безмежно підвищувати розмір відсоткової ставки при зростанні попиту на кредит, бо нижчі відсоткові ставки приваблюють більше клієнтів.

Також впливає стабільності грошового ринку. Чим вищий темп інфляції, тим вища плата за кредит, оскільки підвищується ризик втрат. Дешеві гроші стимулюють ажіотажний попит на кредити, створюють умови для зловживань у банківському середовищі та розбалансування економіки.

Також з макроекономічної точки зору впливає рівень облікової ставки центрального банку. Комерційні банки самі встановлюють розміри відсоткових ставок і визначають їх у кредитному договорі, укладеному з позичальником. При визначенні розміру відсоткової ставки в цьому випадку береться облікова ставка центрального банку з додаванням маржі.

Маржа (фран. *marge* – край) – різниця між відсотковою ставкою, за якою банк нараховує відсотки за кредит, і ставкою, за якою банк сплачує проценти

за залучені ресурси. За умов комерційної діяльності розмір маржі не регламентується окрім випадків, коли центральний банк її обмежує. Наприклад, на кредити, які надаються за рахунок ресурсів центрального банку. Основним фактором, який впливає на розмір облікової ставки, є рівень інфляції.

До мікроекономічних чинників впливу на розмір відсоткової ставки належить описані в наступних параграфах чинники.

Відсоткові ставки залежать від мети кредиту. Найнижчі – на поточне фінансування виробничих потреб. Кредити для торгово-посередницьких фірм найдорожчі, оскільки ті будують бізнес за принципом «купівлі-продажу», прибуток від цього виду діяльності носить спекулятивний характер і має підвищений ризик.

Другим мікроекономічним чинником є розмір кредиту. Як правило, розмір відсоткової ставки за великі кредити нижчий, оскільки витрати, пов'язані з кредитною послугою не залежать від розміру кредиту. Також великі кредити надають надійним позичальникам. Проте тут бувають винятки. Банк може не знижувати відсоткову ставку з великі кредити, якщо це призводить до підвищення ризику через погіршення структури кредитного портфелю.

Термін користування кредитом також відносять до мікроекономічних чинників. Чим довший термін, тим вища відсоткова ставка. На триваліших термінах вищий ризик втрати від неповернення кредиту та від знецінення позичених коштів внаслідок інфляції, крім того вкладення довгострокового характеру є зазвичай вищої віддачі.

Останнім мікроекономічним чинником є рівень ризику. Є два основними основні види ризику – кредитний і відсотковий. Кредитний ризик пов'язаний із втратами від неповернення основної суми, відсотковий – із втратами від

несплати відсоткі. Отже, динаміка норми позикового відсотку визначається стихійним ринковим механізмом і залежить від державного грошово-кредитного регулювання економіки.

1.3.3.2 Валютний ринок

Валютний ринок – це механізм встановлення правових та економічних відносин між споживачами та продавцями валют, іншими словами, ринок, на якому за гроші однієї країни купують валюти іншої. Сучасний валютний ринок – це система стійких економічних і організаційних відносин між учасниками валютного ринку з приводу не тільки валютних операцій, а й зовнішньої торгівлі, надання послуг, здійснення інвестицій та інших видів діяльності, які потребують обміну і використання валюти.

На валютному ринку проводяться різні операції з туризму, міграції капіталів, робочої сили, які передбачають використання іноземної валюти покупцями, продавцями, посередницькими і банківськими установами. До валютного ринку також належать операції зі страхування валютних ризиків, диверсифікації валютних резервів і переміщення валютної ліквідності, різні заходи валютного втручання.

Найважливішими суб'єктами валютного ринку є великі транснаціональні банки, які мають розгалужену мережу філіалів. Роль кожної валюти на ринку визначається її місцем у світових економічних зв'язках. Більше всього операцій проводиться в доларах США, англійських фунтах стерлінгів, євро, японській єні та китайському юані.

Більша частина валютних операцій проводиться в безготівковій формі і лише незначна частина ринку приходить на торгівлю готівкою. Територіально валютні ринки прив'язані до великих банківських і валютно-біржових центрів, до яких належать Лондон, Париж, Нью-Йорк, Франкфурт-на Майні, Токіо, Сінгапур, Гонконг, Амстердам, Брюссель [23].

З організаційної сторони валютний ринок – це система валютних бірж, комерційних банків та інших установ, що реалізують угоди з купівлі-продажу валюти. Валютний ринок ділиться на два основні сегменти – біржовий та позабіржовий. Позабіржовий сегмент валютного ринку ще називають міжбанківським.

Біржовий ринок – організаційно оформлений і постійно функціонуючий ринок у формі валютної біржі. Валютна біржа – підприємство, яке забезпечує торгівлю іноземною валютою та цінними паперами, вартість яких визначається в іноземній валюті.

Позабіржовий ринок – сукупність операцій з обміну іноземної валюти, що здійснюється банками та іншими фінансовими установами без участі посередників. Перевагами позабіржового валютного ринку є нижча собівартість здійснення операцій з обміну валют, а також вища швидкість розрахунків.

На валютному ринку курс валюти є вільним і залежить від дії ринкових сил з одного боку, а іншого – регулюється урядом способом інтервенцій чи контролю. Через зміну валютного курсу відкрита економіка може регулювати диспропорції які в ній виникають.

1.3.3.3 Ринок дорогоцінних металів

Ринок дорогоцінних металів – це сфера економічних відносин між учасниками операцій з дорогоцінними металами, а також з цінними паперами, які котируються в золоті (золоті сертифікати, облігації, ф'ючерси та ін.).

Дорогоцінний метал – це ринковий товар, характерна особливість якого – неприв'язаність до економіки конкретної держави і незалежність від фінансової спроможності окремої корпорації (на відміну, наприклад, від цінних паперів).

З функціональної точки зору цей ринок являє собою торгово-фінансовий центр, в якому зосереджені торгівля, інші комерційні та майнові операції з цими активами, що забезпечує:

- промислове споживання дорогоцінних металів;
- створення золотих запасів держави і банків;
- тезаврація, тобто накопичення приватними особами золота як скарбів;
- отримання доходу від арбітражних угод;
- отримання кредиту під заставу дорогоцінних металів.

З інституційної точки зору цей ринок є сукупність спеціально уповноважених банків, бірж дорогоцінних металів, фінансових компаній, що здійснюють операції з цінними паперами, котируються в золоті.

Біржа дорогоцінних металів призначена для вчинення господарюючими суб'єктами та громадянами угод, пов'язаних з обігом:

- зливків дорогоцінних металів;
- виробів з дорогоцінних металів, за винятком ювелірних та інших побутових виробів з дорогоцінних металів;

- напівфабрикатів, що містять дорогоцінні метали;
- монет, що містять дорогоцінні метали.

Ринок дорогоцінних металів складається з наступних секторів:

- ринок золота;
- ринок срібла;
- ринок платини;
- ринок металів платинової групи (паладій, іридій, родій, рутеній, осмій);
- ринок монет із дорогоцінних металів.

Найбільшим сектором є ринок золота. Цей метал немов створений для карбування монет, виготовлення різних електронних деталей і ювелірних виробів. Його основними характеристиками є пластичність, стійкість до впливу навколишнього середовища, однорідність, компактність. Він зберігає свої властивості в злитках, монетах або ювелірних виробах. Видобуток золота – дуже складна робота. За оцінками концентрація золота в золотих родовищах в рази нижча за інші метали. Цим і визначається висока ціна золота.

1.3.3.4 Ринок цінних паперів

Ринок цінних паперів (фондовий ринок) – сукупність учасників фондового ринку та правовідносин між ними щодо розміщення, обігу та обліку цінних паперів і похідних (деривативів). Учасниками фондового ринку є емітенти, інвестори, саморегулювні організації та професійні учасники фондового ринку.

Емітент – юридична особа, а також держава в особі уповноважених нею органів державної влади, яка від свого імені розміщує емісійні цінні папери та бере на себе зобов'язання щодо них перед власниками. Тобто емітент цінного паперу – це юридична особа, яка здійснює випуск цінних паперів і зобов'язується виконувати обов'язки, що випливають з умов їх випуску.

Інвестори – фізичні та юридичні особи, резиденти і нерезиденти, які набули права власності на цінні папери з метою отримання доходу від вкладених коштів та/або набуття відповідних прав, що надаються власнику цінних паперів відповідно до законодавства. Тобто інвестори – фізичні і юридичні особи, які купують цінні папери за свій рахунок з метою отримання прибутку.

Інституційними інвесторами є інститути спільного інвестування, інвестиційні фонди, взаємні фонди інвестиційних компаній, недержавні пенсійні фонди, страхові компанії, інші фінансові установи, які здійснюють операції з фінансовими активами в інтересах третіх осіб за власний рахунок чи за рахунок цих осіб, від інших осіб фінансових активів з метою отримання прибутку або збереження реальної вартості фінансових активів.

Інвестиційні інститути – юридичні особи, які здійснюють діяльність лише з цінними паперами та на ринку цінних паперів, у якості інвестиційних інститутів можуть виступати банки, фінансові посередники, інвестиційні компанії, інвестиційні фонди та ін.

Серед учасників фондового ринку виділяють безпосередніх учасників (біржі, банки, які є членами фондової біржі, фінансові посередники) та опосередкованих учасників (емітенти та інвестиційні інститути, які здійснюють торговельні операції через безпосередніх учасників).

Ринок цінних паперів структурується за двома основними ознаками: за стадіями торгівлі та за місцем торгівлі.

За стадіями торгівлі фондовий ринок поділяється на первинний та вторинний.

Первинний ринок цінних паперів – сукупність правовідносин, пов'язаних з розміщенням цінних паперів.

Розміщення цінних паперів – це відчуження цінних паперів емітентом шляхом укладання цивільно-правового договору з першим власником.

На первинному ринку відбувається початкове розміщення вперше випущених цінних паперів, торгівля ведеться між емітентом з одного боку та інвесторами й посередниками – з іншого.

Таким чином рамки первинному ринку фактично обмежуються найпершим актом купівлі-продажу того чи іншого цінного паперу. На цій стадії емітент надає майнові права на свою власність (чи частину власності) іншим особам, одержуючи натомість кошти для інвестицій.

Залежно від шляху первісного відчуження є два способи розміщення цінних паперів: закрите (приватне) та відкрите (публічне).

Закрите (приватне) розміщення цінних паперів – це розміщення цінних паперів шляхом безпосередньої пропозиції цінних паперів заздалегідь визначеному колу осіб.

Відкрите (публічне) розміщення цінних паперів – це їх відчуження на підставі опублікування в засобах масової інформації або оголошення будь-яким іншим способом повідомлення про продаж цінних паперів, зверненого до заздалегідь не визначеної кількості осіб.

Відомо два основні способи відкритого первинного розміщення цінних паперів:

- самотійно емітентом (прямий продаж інвесторам);
- за допомогою андеррайтера (розміщення при посередництві фінансового інституту).

Андеррайтер викупує весь обсяг емітованих цінних паперів або його частину з метою подальшого розміщення серед інвесторів. Основна перевага андеррайтингу перед прямим розміщенням полягає в тому, що емітент практично відразу отримує необхідний йому обсяг фінансування. Крім того, оскільки андеррайтер є відомим фінансовим інститутом зі стійкою репутацією, факт його участі у розміщення цінних паперів слугує для інвесторів сигналом про якість та надійність емітованих цінних паперів.

При розміщенні цінних паперів за допомогою фінансових посередників акціонерне товариство укладає інвестиційний договір з таким посередником. Цей посередник проводить аналіз фінансового стану корпорації, обґрунтованості емісії та можливості розміщення цінних паперів.

Алгоритм здійснення андеррайтерських послуг має такий вигляд:

- емітент приймає рішення про випуск і розміщення цінних паперів за допомогою інвестиційної компанії;
- між емітентом та андеррайтером проводяться переговори щодо порядку розміщення цінних паперів, які мають бути випущені, умов проведення передплати, емісійної ціни цінних паперів і розмірів винагороди;
- інвестиційна компанія за власні кошти починає рекламну кампанію стосовно емітента та цінних паперів, які він має випустити, описуючи вигоду, яку зможуть отримати інвестори від купівлі цих цінних паперів;
- інвестиційна компанія організовує та проводить передплату на цінні папери, які будуть випущені емітентом;
- інвестиційна компанія викупує ту частину цінних паперів, яку не вдалося розмістити в зазначений у договорі термін, та які згідно з

договором між емітентом та андеррайтером про організацію передплати на цінні папери вона має викупити.

Основними завданнями є повідомлення потенційних інвесторів про наміри емітента випустити цінні папери, про умови, на яких можна їх купити, про взаємні права та обов'язки емітента та власника цінних паперів. Емітенти, зацікавлені не тільки розміщенні цінних паперів, а й у тому, щоб ціна цих паперів одразу ж почала рости.

При розміщенні цінних паперів самотійно, акціонерне товариство сповіщає про це у засобах масової інформації або повідомляє своїх акціонерів про додатковий випуск акцій при повторній емісії цінних паперів. Цей метод є дешевшим для емітента, але залучення андеррайдерів дозволяє швидше та ефективніше мобілізувати необхідні кошти.

Вторинний ринок цінних паперів – сукупність правовідносин, пов'язаних з обігом цінних паперів.

Обіг цінних паперів – це вчинення правочинів, пов'язаних з переходом права власності на цінні папери і прав за цінними паперами за винятком договорів, що укладаються при розміщенні цінних паперів.

Вторинний ринок охоплює операції з купівлі-продажу цінних паперів, які знаходяться в обігу. На вторинному ринку продаються і купуються раніше випущені цінні папери.

Дохід від продажу цінних паперів на вторинному ринку належить не емітенту, як на первинному ринку, а власникам (інвесторам або дилерам), які виступають на вторинному ринку в ролі продавців.

Таким чином фундаментальна роль вторинного ринку полягає у забезпеченні ліквідності цінних паперів, що робить їх придбання більш привабливим в очах інвестора.

За місцем торгівлі фондовий ринок поділяють на біржовий та позабіржовий.

На біржовому ринку операції з цінними паперами здійснюється при посередництві спеціальної організації – фондової біржі. Фондова біржа є особливим посередником на ринку цінних паперів, виступаючи центром торгівлі ними.

Послуги фондових бірж:

- допуск цінних паперів до котирування;
- допуск, реєстрація та акредитація брокерських контор;
- реєстрація угод з купівлі-продажу цінних паперів;
- продаж на фондовій біржі пакетів акцій, що належить державі;
- оренда брокерського місця;
- торгівля похідними цінними паперами;
- арбітражні справи та санкції.

Фондова біржа виконує три основні функції:

- посередницьку,
- індикативну,
- регулятивну.

Сутність посередницької функції в тому, що фондова біржа надає можливість для торгівлі цінними паперами учасникам фондового ринку.

Індикативна функція фондової біржі полягає в оцінці вартості і привабливості цінних паперів. На біржі проводиться котирування цінних паперів, яке дає інформацію інвесторам про вартісну і якісну оцінку цінних паперів, динаміку їх розвитку.

Регулятивна функція полягає у регулюванні всіх сторін діяльності – встановленні вимог до емітентів, правил укладання і виконання угод, створенні механізмів контролю за діяльністю учасників фондового ринку.

Біржі здійснюють контроль за фінансовим станом емітентів, мають право на отримання і перевірку інформації щодо їх діяльності. Мета діяльності біржі – забезпечення достовірності котирування цінних паперів та надійності біржової торгівлі.

Через біржі інвестори одержують можливість легко перетворювати цінні папери у гроші, оскільки цінні папери можна легко продати або віддати у банк під застав. Це дає можливість вкладати у цінні папери не тільки заощадження довгострокового характеру, а й тимчасово вільні кошти.

Доступ до операцій із цінними паперами на фондовій біржі мають тільки її члени цієї біржі. Вона висуває вимоги для бажаючих проводити операції на ній. Складність процедури допуску в члени біржі покликана перевірити професійну, фінансову і моральну придатність претендента до біржових відносин. Кількість членів біржі може бути обмежена і може змінюватися.

На фондовій біржі продаються і купуються, як правило, раніше випущені папери відкритих корпорацій за умови, що вони допущені для обігу на біржі. Цінні папери нового випуску, як правило, за передплатою розміщуються в інвестиційних дилерів і спочатку реалізуються через позабіржовий ринок. Лише після цього компанія може спробувати одержати допуск своїх цінних паперів на фондову біржу.

До біржового обігу допускаються цінні папери лише великих і відомих компаній. Щоб бути включеною у цей обіг, корпорація повинна відповідати суворим критеріям та дати згоду на дотримання правил операцій. На біржах існують різні критерії допуску цінних паперів до обігу. Важливим з них є: порівняно великий випуск цінних паперів, публічне їх розміщення серед широкого кола власників, наявність у корпорації емітента робочого капіталу у певному мінімальному розмірі, прибуткова діяльність протягом кількох останніх років.

Діяльність фондової біржі передбачає організацію та проведення біржових торгів, лістинг та делістинг цінних паперів, допуск членів фондової біржі та інших осіб, визначених законодавством, до біржових торгів, котирування цінних паперів та оприлюднення їх біржового курсу, розкриття інформації про діяльність фондової біржі та її оприлюднення, розв'язання суперечок між членами фондової біржі, здійснення контролю за дотриманням правил, накладення санкцій за порушення правил.

Позабіржовий ринок охоплює операції з цінними паперами, які укладаються і здійснюються поза біржею. На цьому ринку відбувається первинне розміщення, а також перепродаж цінних паперів тих емітентів, які не можуть або не бажують виставляти свої активи на фондовій біржі. Цей ринок може бути організованим або неорганізованим.

На неорганізованого ринку угоди укладаються безпосередньо між учасниками ринку, ціни і умови угод встановлюються шляхом прямих переговорів.

Прикладом організованого позабіржового ринку є електронні системи торгівлі, купівля-продаж цінних паперів у яких відбувається за допомогою інтернет-комунікацій за визначеними учасниками систем правилами.

Ринок цінних паперів можна диференціювати а наступними ознаками:

- за категоріями емітентів (ринок цінних паперів корпорацій, ринок державних цінних паперів тощо);
- за строками обігу (ринок цінних паперів без встановленого строку обігу, ринок короткострокових цінних паперів тощо);
- за територією розповсюдження (інтернаціональний, національний, регіональний);
- за видами (категоріями) цінних паперів (ринок акцій, в тому числі за їх видами, облігацій, інших цінних паперів).

— за характером емітентів ринок цінних паперів можна поділити на ринок державних та недержавних цінних паперів.

Ринок недержавних (корпоративних) цінних паперів допомагає акумулювати фінансові ресурси для підприємницького сектора.

Ринок державних цінних паперів вирішує два важливі завдання: дає можливість державі мобілізувати необхідні грошові ресурси, є одним із інструментів регулювання відсоткової ставки.

Для успішного функціонування фондового ринку цінних паперів необхідне виконання наступних принципів: прозорості, відкритості, доступності, впорядкованості, конкурентності.

Ринки позикового капіталу та цінних паперів призначені для мобілізації тимчасово вільних коштів і спрямування їх на потреби економіки.

Сучасний рівень розвитку ринкової економіки вимагає як накопичення і розподілу грошових ресурсів, так і їх руху та швидкого перерозподілу з метою спрямування коштів у більш привабливі галузі економіки. Ці функції бере на себе ринок цінних паперів.

1.3.4 Інфраструктура фондового ринку

Фондова біржа – певним чином організований ринок, на якому здійснюється торгівля цінними паперами через членів біржі, які виступають посередниками в операціях купівлі – продажу.

Коло цінних паперів, з якими проводяться операції, обмежене. Щоб папери були допущені до біржової торгівлі (щоб бути прийнятої до котирування), підприємство має задовольняти вимогам біржі вимогам по

багатьом параметрам: обсяги продажів, одержуваний прибуток, кількість акціонерів, ринкова вартість, періодичність і характер звітності і т.д. Біржа установлює правила ведення операцій, правила, що регулюють допуск до котирування.

Фондова біржа – в першу чергу місце, де продавець і покупець цінних паперів знаходять один одного. Ціни на фондовій біржі визначаються попитом і пропозицією.

Ознаки фондової біржі:

- централізований ринок, із фіксованим місцем торгівлі, тобто з наявністю торгової площадки;
- існує процедура підбору цінних паперів, що відповідають певним вимогам;
- існування процедури підбору кращих операторів ринку в якості членів біржі;
- наявність тимчасового регламенту торгівлі цінними паперами і стандартних торгових процедур;
- централізація реєстрації операцій і розрахунків по ним;
- встановлення офіційних квот;
- нагляд за членами біржі (із позицій їх фінансової стійкості, безпечного ведення бізнесу і дотримання етики фондового ринку).

Функції фондової біржі:

- створення постійно діючого ринку;
- визначення цін;
- поширення інформації про товари і фінансові інструменти, їх ціну умови обігу;
- підтримка професіоналізму торгових і фінансових посередників;
- вироблення правил;

— індикація стану економіки, її товарних сегментів і фондового ринку.

Значення фондової біржі для ринкової визначається тим, що фондові біржі зробили переворот у питанні ліквідності капіталу.

Керівництво діяльністю біржі здійснює рада директорів. Кожна біржа має свій статут, у якому визначаються порядок управління біржею, склад її членів, умови їх прийому, порядок утворення і функції біржових органів.

Для покриття витрат біржа стягує з учасників ряд податків і платежів. Це податок на угоду, укладену в торговому залі; плата компаній за включення їх акцій у біржовий список; щорічні внески членів та інше.

На фондовій біржі задіяні три сторони – продавець, покупець та посередник. Модель проста – посередник зводить продавця з покупцем. Моживі варіанти, коли посередників декілька.

Висновки до розділу

Фінансовий ринок виконує надзвичайно важливі функції. Він забезпечує своїх суб'єктів доступом до фінансової системи, належними умовами для залучення необхідних коштів і продажу тимчасово вільних ресурсів. Для того, щоб зрозуміти, що відбувається на ньому, його необхідно досліджувати.

Відповідно до хвильової теорії Елліота, всі процеси, в тому поведінка суспільства та фінансових ринків, є циклічними та складаються з хвиль, які є самоподібними, тобто є маленькі хвиль, які утворюють хвилі більшого розміру, а ті, у свою чергу, утворюють хвилі ще більшого розміру. Тобто ці хвилі описують циклічні процеси, які відбуваються та фінансовому ринку.

Головна проблема хвильової теорії криється в тому, що зараз фахівці з технічного аналізу ідентифікують хвилі Елліота вручну. Це потребує великих зусиль, породжує складнощі та вносить людський фактор в застосування теорії. Розв'язанню цієї проблеми присвячено наступний розділ.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРІЇ ХВИЛЬ ЕЛЛІОТА

2.1 Теорія циклів

Теорія циклів - одна з основоположних теорій розвитку природних і суспільних процесів. Можна сказати, що майже кожен процес, що відбувається в природі або суспільстві, є циклічним. В поле застосування цієї теорії входить і технічний аналіз. Проаналізувавши майже будь-який графік фінансовому ринку можна знайти там певну циклічність.

Основне завдання полягає в тому, щоб правильно ідентифікувати цикли. Все здається простим, коли розглядається період в декілька тижнів. Але насправді існує велика кількість циклічних процесів – від секундних коливань до великих циклів Кондратьєва, які накладаються один на інший. В цьому випадку отримання правдивої інформації для побудови прогнозу є досить серйозною, важкою задачею аналітика. Звичайно, цю проблему намагаються вирішувати на основі розкладання в ряди Фур'є, шляхом виявлення тренду, консолідації та іншими методами. Інколи це вдається на визначених часових проміжках, інколи – ні.

Незважаючи на гучну назву, прикладні аспекти теорії циклів мало вивчені та опрацьовані через надзвичайну складність та заплутаність. Це схоже на айсберг. Всі бачать його вершину, знають про існування підводної частини, але визначити на око визначити реальні розміри та форму дуже важко. Далі буде показано одну з найбільш поширених, опрацьованих та закінчених циклічних теорій – хвильову теорію Елліота.

2.2 Формалізація постановки задачі

Темою даної магістерської дисертації є дослідження методів знаходження хвиль Елліота, розробка та модифікація власного алгоритму.

Для досягнення цієї мети виділимо наступні задачі:

- розгляд існуючих методів виявлення хвиль Елліота;
- розробка алгоритму виявлення хвиль;
- дослідження фрактальної природи хвиль Елліота;
- порівняльна характеристика методів.

2.3 Теорія хвиль Елліота

Хвильва теорія Елліота – одна з найвідоміших теорій аналізу та прогнозування фінансових ринків. Незважаючи на складність її інтерпретації, вона є одним з найбільш популярних методів технічного аналізу.

Іноді траплялося, що чисті любителі викликали цілі перевороти, в мистецтві, науці чи економіці. Р.М. Елліоту було шістдесят років, коли він почав розробляти те, що сьогодні називається хвильовою теорією Еліота. Він був бухгалтером кілька десятиків років, видав книгу по ресторанному бізнесу для початківців, працював як консультант, власне консультатійне агентство. Після шести десятиліть свого життя, після серйозної хвороби Елліот присвятив себе дослідженню принципів функціонування ринку [1].

Елліот почав спостерігати за фондовим ринком та більш детально вивчати рух показників починаючи з 1930-х років. Вивчаючи рух індексів

протягом багатьох років, Елліот знайшов певну структуру всередині цих рухів, які були подібними. Шляхи та способи досягнення цінами нових максимумів та мінімумів повторювалися з певною періодичністю. Проводячи спостереження з великим ентузіазмом, Елліот виявив хвильову структуру руху цін акцій. Почавши з простої системи, він з'ясував багато подробиць щодо структури і розміру хвиль, методів їх визначення та усунення спотворень.

Система надзвичайно важка для застосування, оскільки хвилі відрізняються по довжині, інтенсивності і часу. Їх розпізнавання є однією з головних проблем технічного аналізу. Оскільки система з хвиль Елліота містить хвилі всередині хвиль, хвилі всередині хвиль і так далі, то навіть малі помилки при розрахунках можуть призвести до критичних помилок у висновках щодо поточного стану ринку.

Пізніше Елліот спільно з Чарльзом Колинзом, допрацював свою теорію, зіставивши її з рядом Фібоначчі (ряд Фібоначчі – найвідомий в науці ряд, де кожен наступний член складається з суми двох попередніх: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21. Цей ряд повністю заповнив математичну прогалину в новому підході Еліота і виявився надзвичайно важливим для природньої сутності закону хвиль Елліота [11].

Протягом всієї своєї кар'єри Елліот неодноразово казав, що потрібен великий досвід і знання, емпіричні та експертні, щоб правильно застосовувати хвильовий принцип. Після смерті Елліота в 1948 р. частина аналітиків зберігла його ідеї та навчили інших, як ідентифікувати. В терерішній час до послідовників відносять А. Фроста і Р. Пречера, чиї книги та публікації сприяли тому, що Елліот став набагато відомішим в наші часи.

Значення теорії Елліота для аналізу величезна. І цьому є пояснення. По-перше, він запропонував теорію, яка є абсолютно завершеною і об'єднує циклічні коливання довгострокового і короткострокових періодів. По-друге,

вона використовує безліч елементів сучасного аналізу. Нарешті, він доводив достовірність роботи системи неодноразово, щоб бути повністю впевненим в своїх результатах.

За теорією Елліота, ринок рухається циклами, які є самоподібними, тобто великі хвилі складаються з менших хвиль, які містять менші хвилі, і так далі. Назви хвиль, згідно з їх розміром, проміжком у часі, величині періоду, показані в таблиці 2.1 [11].

Таблиця 2.1 – Хвильові рівні Елліотта

Головний хвильовий цикл	Grand Supercycle
Суперцикл	Supercycle
Основний цикл	Cycle
Первісний	Primary
Середній	Intermediate
Малий	Minor
Хвилинний	Minute
Маленький	Minuette
Надмаленький	Subminuette

Найменший цикл може тривати секунди, а найбільший – протягом багатьох років. Повний цикл на кожній стадії спостереження складається з декількох рухів (хвиль, коливань), частина з яких спрямована за руху хвилі, а частина – проти.

Основні правила, визначені Елліотом:

— Хвилі, напрям яких збігається з головним трендом, складаються з п'яти менших хвиль.

— Коригувальні хвилі, хвилі, спрямовані проти основного тренда складаються з трьох менших хвиль.

Ця основна концепція буде повторюватися на будь-якому рівні хвиль знову, вона є однаковою для хвиль будь-якого розміру. Система схожа на всіх рівнях тривалості, задача спеціаліста з технічного аналізу одна – правильний відлік хвилі.

Типові хвилі Елліота:

- імпульс;
- клин;
- діагональ;
- зигзаг;
- площина;
- подвійний зигзаг;
- потрійний зигзаг;
- подвійна трійка;
- потрійна трійка;
- трикутники, що збігаються;
- трикутники, що розбігаються.

Імпульси завжди складаються з послідовності п'яти коливань хвилі, корекційні частини – з трьох або п'яти коливань.

Найбільш важливі правила для імпульсів:

- хвиля 2 не може бути довшою від першої хвилі;
- хвиля 3 завжди довша або першої, або п'ятої хвилі;
- хвиля 4 ніколи не може захлеснути першу хвилю (вона вища, ніж перша).

На рисунку 2.1 зображено типову хвилю Елліота.

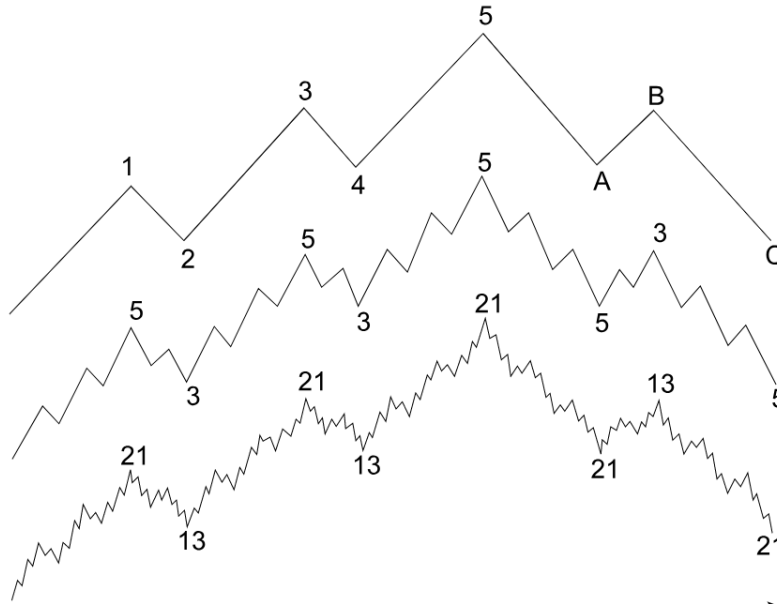


Рисунок 2.1 – Типова хвиля Елліота

Зігзаг – трьоххвиловий коригуючий зразок, позначений А-В-С. Зігзаги є найбільш загальною моделлю коригуючого зразка. Хвилі А і С завжди імпульсоподібні, а сама хвиля може бути будь-яким коригувальним зразком. Зігзаги зазвичай переміщують ринок вниз або діагонально.

Площина – трьоххвиловий коригуючий зразок. Хвилі А і В – обидва коригувальних зразка, а хвиля С – імпульсний. Зазвичай площини переміщують ринок горизонтально.

Трикутник, що збігається, складений з п'яти хвиль з позначенням А-В-С-D-E, кожна з яких є коригувальним зразком. Перетин ліній, проведених через кінці хвиль А-С і В-D, має відбутися після кінця хвилі Е. Діагональні трикутники є імпульсними типами, а трикутники, що сходяться і розходяться – коригувальними. Хвиля після трикутника, яку часто називають пробоем, зазвичай дорівнює відстані між лініями каналу на початку хвилі А. Також не менш трьох хвиль відкочуються більш ніж наполовину від довжини попередньої. Насправді трикутники зустрічаються дуже рідко.

Оскільки ринки не рухаються ідеально, то корекційні хвилі можуть провалюватися нижче попередніх коригувань. Окремі непарні частини можуть закриватися нижче ціни закриття попереднього імпульсу та інше. Ці спотворення визначають виявлення та ідентифікацію хвиль вкрай важким завданням, що багато в чому залежить від самого спеціаліста з технічного аналізу. Найбільш цікава завжди п'ята хвиля, оскільки вона показує на розворот тенденції. Бувають випадки, коли п'ята хвиля розтягується, поділяється на п'ять хвиль меншого розміру. Це поділ зазвичай характеризує ринок з сильною тенденцією. Для спотворень ідеальної хвильової структури Елліот сформував досить завершену несуперечливу теорію з трикутників, діагоналей, корекцій і розширень. Оскільки спотворені хвилі можуть йти одина за одною, то їх виявлення є найважчим завданням хвильового аналізу. Система може вірно працювати на довгостроковому періоді прогнозування, але давати збої під час аналізу коротких інтервалів. Хвильова теорія Елліота дозволяє дізнатися причину помилки лише в тому випадку, коли до неї включають всі елементи, які були виявлені та вивчені. Її завжди можна розпізнати. В цьому криється як потужність цієї теорії, так і складність її застосування.

2.4 Дослідження фракталів

Фрактал (лат. fractus – дроблений) – термін, уведений Бенуа Мандельбротом в 1975 році. Навіть зараз немає строгого математичного визначення фрактальної множини. Свою фундаментальну працю Мандельброт виконав у формі есе, даючи читачам простір для фантазії й

дозволивши їм бути учасником процесу розробки теорії. Заслуга Мандельброта полягає в тому, що він зміг узагальнити й систематизувати фракталіні множини та сформувати гарну та зрозумілу теорію. Він відкрив для нас захоплюючий світ фракталів, краса та глибина яких часом зоворожують, вражають уяву, викликають захват у вчених, художників, у всіх. Робота Мандельброта була зроблена завдяки передовими комп'ютерними технологіями, які дозволили створювати, візуалізувати і досліджувати різні фрактальні множини. Кожна робота пов'язана з фракталами містить багато перекрасних зображень.

Одним з найважливіших тверджень Елліота є те, що хвилі є самоподібними, тобто вони складаються з інших хвиль меншого розміру, які в свою чергу також складаються з хвиль ще меншого розміру.

В чистому вигляді модель Елліота, зустрічається здебільшого при малих часових інтервалах та низькій кількості значень цін. Більш розповсюдженими є розширення окремих хвиль Елліота. Найбільш загальним випадком є модель (1)-(5) та (a)-(c), які в свою чергу складаються з менших хвиль.

В теорії хвиль Елліота використовується самоподібність, тобто можемо говорити про наявність фрактальної структури. Для її дослідження використовується фрактальну розмірність d , що показує статичну величину, яка дозволяє оцінити ступінь заповнення простіру, фракталом якщо збільшувати його до найдрібніших частинок. Принцип фрактальної розмірності демонструє грубість фракталу в порівнянні з топологічною розмірністю, якою володіють класичні геометричні фігури. Для прямої лінії розмірність дорівнює одиниці. Фрактальна розмірність має безліч специфічних визначень. Одними з найважливішими є: розмірність Реній, розмірність Хаусдорфа та компактна розмірність. Через свою простоту на практиці також застосовуються розмірність Мінковського. Хоча для більшості фракталів усі

ці розмірності співпадають. Але в загальному випадку, вони не є еквівалентними. В цій роботі використано розміреність Мінковського саме через зручність її.

2.4.1 Класифікація фракталів

Фрактали поділяють на геометричні, алгебраїчні й стахостичні. За певних умов стахостичні фрактали називати мультифрактали. Однак існують й інші більш обширні класифікації класифікації.

Фрактали поділяють на рукотворні й природні. До рукотворного відносять ті фрактали, які були придумані людьми, вони при будь-якому масштабі володіють фрактальними властивостями. У природних фракталів є обмеження на область існування – максимальний і мінімальний розмір, при яких в об'єкта спостерігаються фрактальні властивості. Також є поділ на детерміновані фрактали (алгебраїчні й геометричні) та недетерміновані (стахастичні).

2.4.2 Фрактальна розмірність

Однією з основних величин що описує фрактал кількісно є його «фрактальна розмірність». У різних джерелах під цим терміном розуміються різні величини: розмірність Хаусдорфа-Безиковича, розмірність

Мінковського, розмірність самоподібності. Ці величини відрізняються алгоритмом обчислення, але для математичних фракталів є еквівалентними.

2.4.3 Розмірність Мінковського

Означення діє для компактної множини $A \subset \mathbb{R}^n$. Потрібно апроксимувати фрактальну множини A об'єднанням куль і просумувати їх обсяги (або міри в загальному випадку).

На наступному рисунку можна побачити покриття кулями (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Покриття кулями

Нехай N – мінімальне число куль радіуса ε , необхідних для покриття компактної множини A . Їх сумарна кількість V пропорційна $N(\varepsilon)\varepsilon^D$. При $\varepsilon \rightarrow 0$, $N(\varepsilon) \rightarrow \text{const}/\varepsilon^D$. Прологарифмуємо та одержимо наступну формулу [9]:

$$\ln N(\varepsilon) \rightarrow \ln \text{const} - D \ln(\varepsilon) \quad (2.1)$$

Знайдемо, що

$$\frac{\ln \text{const} - \ln N(\varepsilon)}{\ln \varepsilon} \rightarrow D \quad (2.2)$$

При $\varepsilon \rightarrow 0$ значення $\ln(\text{const})$ досить мале в порівнянні з $\ln(N(\varepsilon))$.

Далі приходимо до означення розмірності Мінковського:

$$\dim_M(A) = D = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\ln N(\varepsilon)}{\ln \varepsilon} \quad (2.3)$$

Шляхом підміни метрики можна довести, що замість куль можуть бути використані куби.

Насправді, знаходження мінімального числа куль – це не тривіальна задача.

Розглянемо приклад: нехай A є одиничний відрізок у просторі R^n . Його можна покрити N кулями радіуса $0.5/N$.

$$D = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\ln N(\varepsilon)}{0.5 \ln \varepsilon} = 1 \quad (2.4)$$

де ε - точність,

N – кількість точок.

2.4.4 Розмірність Хаусдорфа-Безиковича

Ця розмірність подібна до розмірності Мінковського. Різниця в тому, що кулі беруться довільного радіуса $0 < r \leq \varepsilon$ та множина не обов'язково компактна.

Припустимо A є довільною множиною $A \subset \mathbb{R}^n$. Розглянемо послідовність куль $r_i < \varepsilon$, $i=1,2,3,\dots$, які покривають A .

Використовуючи загальну формулу обсягу (або міри в загальному випадку) кулі запишемо:

$$S_{d,\varepsilon}(A) = \inf \sum_{i=1}^{\infty} \gamma(d) r_i^d \quad (2.5)$$

Фелікс Хаусдорф зміг довести, що існує єдине число d , для якого виконується $S \neq 0$ й $S \neq \infty$ при $\varepsilon \rightarrow 0$. Великий внесок у строге доведення теореми вніс Абрам Безикович, тому розмірність d називається розмірністю Хаусдорфа-Безиковича [4].

Спочатку ця величина не викликала великого інтересу у вчених. Але з часом вона зіграла величезну роль у математиці фракталів. У математичній літературі вона позначається як $\dim(A)$.

Розмірність Хаусдорфа-Безиковича та показник Херста пов'язані наступним співвідношенням [4]:

$$H = 2 - D \quad (2.6)$$

2.4.5 Моделі фракталів

Більшість програм досліджують одно-, дво- і тривимірні множини. Найзручнішими є покриття за допомогою відрізків, квадратів або кубів у формі ламаної лінії, сітки або ґрати відповідно. За допомогою обчислювальної техніки неможливо представити фрактал повністю через похибки обчислень, але можливо зробити це з досить високою точністю. Фрактали в обчислювальній техніці можна представити трьома способами:

- клітинний;
- векторний;
- функціональний.

Клітинний (його також називають ґратчастим або растровим) представлений у вигляді масиву чисел. Зазвичай це масив булівських зінних. Координати елемента є координатами в реальному просторі, а значення – належність клітини до фракталу.

Векторний спосіб – точніший спосіб. Елементи фрактала представлені у вигляді елементарних фігур, які задаються векторно. Тоді визначення належності крапки (x,y) необхідно пройтися по елементам фрактала й перевірити, чи потрапляє ця крапка хоча б в один елемент.

Функціональний спосіб – спосіб в якому для визначення приналежності крапки (x,y) треба обчислити функцію $F(x,y)$ та проаналізувати отримане значення. Всі способи зводяться до функціонального. Але деякі функції можуть розраховуватися аналітично, а деякі звертатися до масивів.

Сучасна потужність комп'ютерів дозволяє будувати двовимірні моделі без жодних затримок. Для моделювання трьохвимірних різко зростають вимоги до комплектуючих.

Для моделювання трьохвимірних моделей фракталів зазвичай застосовують векторний метод. Растровий та аналітичний метод досить рідко використовуються в цьому випадку. Порівняння методів можна побачити в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Застосовність методів моделювання.

	Растровий метод	Векторний метод	Функціональний метод
Геометричні фрактали	двовимірні задачі	застосовуються	застосовуються
Алгебраїчні фрактали	двовимірні задачі	застосовуються	застосовуються
Стахостичні фрактали	двовимірні задачі	застосовуються	рідко застосовуються

Так само для побудови фракталів. Для побудови геометричних фракталів використовується система ітеративних функцій. Для алгебраїчних використовуються ітерації нелінійних відображень. Для стахостичних важко сказати, бо це залежить від природи фрактала..

2.4.6 Обчислення фрактальної розмірності

Описаним нижче способом обчислюються розмірності Мінковського та Хаусдорфа. Для окремих множин (рахункові множини) ці розмірності,

обчислені аналітично, інколи відрізняються. Проте в більшості випадків вони дають однаковий результат.

За основу беремо формулу залежності кількості кубів N від довжини грані куба:

$$\ln \text{const} - \ln N(\varepsilon) \approx d \ln \varepsilon \quad (2.7)$$

Якщо побудувати графік залежності $\ln N$ від $\ln \varepsilon$, отримаємо пряму з кутовим коефіцієнтом нахилу d .

Розглянемо алгоритм для двовимірного випадку. Ця процедура застосовується при аналізі зображень. В основному зображення представляються в растровому вигляді.

Нижче зображено ітерації цього алгоритму (рис. 2.3).

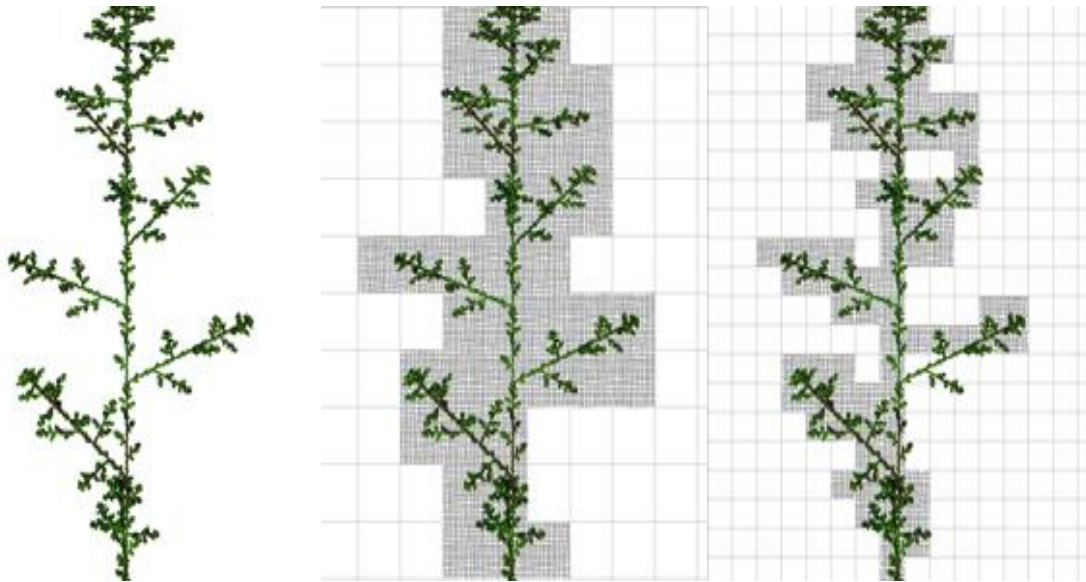


Рисунок 2.3 – Ітерації алгоритму

На рисунку зображено початкове зображення, а також перші дві ітерації алгоритму.

Після побудови сітки для різних ε підраховуємо кількість точок та отримуємо таблицю залежності точок від точності (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Таблиця залежності N від ε

ε	1	2	3	4	5	6	7	8
N	917	354	206	141	102	82	66	56

Перенісши ці дані на координатну площину отримуємо графічне зображення залежності $\ln N$ від $\ln \varepsilon$ (рис. 2.3).

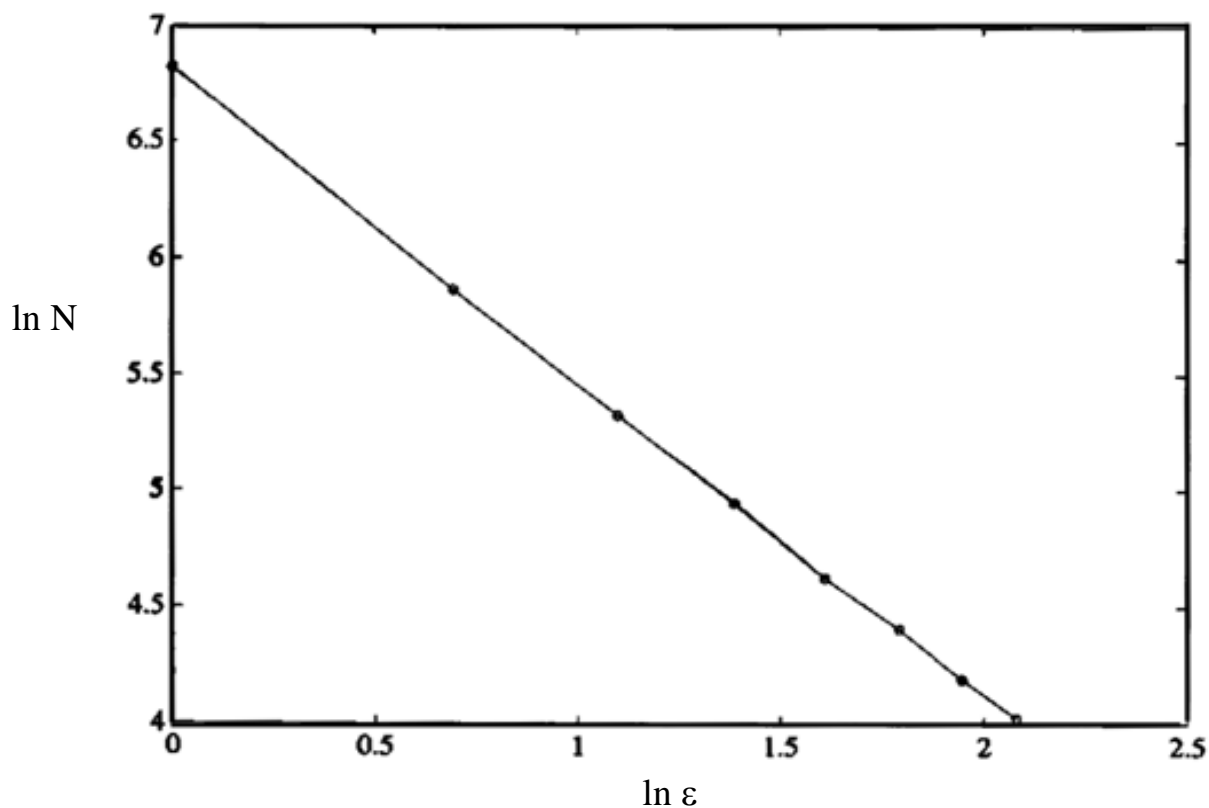


Рисунок 2.4 – Графік залежності $\ln N$ від $\ln \varepsilon$

Графік вийшо не ідеально рівним. Кутовий коефіцієнт даного графіка обчислюється за методом найменших квадратів. У цьому прикладі нахил дорівнює -1.346 , тобто $d=1.346$

Основним недоліком даного методу є те, що використовуване покриття немінімальне. Адже пошук мінімально покриття – нетривіальна задача. Витрати на його знаходження скоріше за все будуть дуже великими, а отримане значення не на багато точнішим.

Негативним ефектом таких обчислень може бути східчаста поведінка графіка (рис. 2.5):

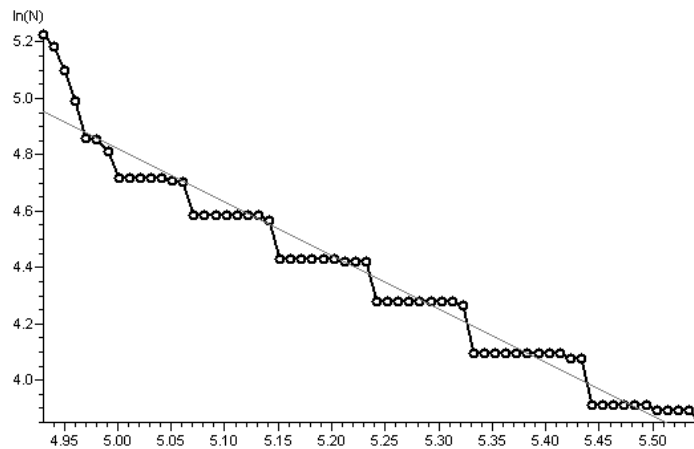


Рисунок 2.5 – Східчаста функція

Такий ефект з'являються при маленькій зміні між ітераціями.

Для наочності розглянемо простий випадок, коли покриття складається з одного й двох квадратів.

Для клітинних моделей існують природні обмеження $1 \geq \varepsilon \geq L$. Для векторних моделей обмеження менш строге $0 > \varepsilon \geq L$. Це показує, що можна досить близько наближатися до нуля. Ця близькість обмежена лише точністю

обчислень. Звідси маємо ще одну проблему. Якщо кількості векторних об'єктів скінченна, то починаючи з деякого значення алгоритм починає видавати один і той же результат. В цьому випадку коефіцієнт нахилу стає рівним топологічній розмірності. Проблема в тому, що треба обрати правильний діапазон для ε . Від вибору діапазону залежить одержувана величина. Можна припустити, що $\delta \geq \varepsilon \geq L$, де середня δ – довжина об'єктів, з яких множина, а L – розмір усього.

Крапковий метод застосовуються до клітинних моделей. Розглянемо покриття фракталу. Вузли сітки назвемо осередками. Кожен осередок, що перетинається з фракталом, вважаємо за одну крапку. Крапковий метод відрізняється від клітинного тим, що у першому підраховується число крапок у клітці, а в другому – число кліток, необхідних для покриття фрактала. Першим кроком обчислюємо ймовірності $P(m, L)$ того, що клітки розміру L містять m крапок (осередків) фракталу. Навколо кожної крапки фрактала будуємо клітку розміру L та обчислюємо кількість крапок, які потрапили в неї. Якщо фрактал містить M крапок, тоді $P(m, L)$ дорівнює числу кліток, що містять m крапок, $m = 1, \dots, M$, діленому на M . Сума ймовірностей дорівнює одиниці:

$$\sum_{m=1}^M P(m, L) = 1 \quad (2.7)$$

$N(L)$ – кількість кліток розміру L , необхідних для покриття фрактала. Кількість кліток розміру L , що містять m крапок, дорівнює $(M/m)P(m, L)$. Отримуємо оцінку числа кліток, що покриває все зображення:

$$\langle N(L) \rangle = \sum_{m=1}^K \left(\frac{M}{m}\right) P(m, L) = M \sum_{m=1}^K \left(\frac{1}{m}\right) P(m, L) \quad (2.8)$$

де K - можливе число крапок у клітці.

Отримуємо:

$$N(L) = M \sum_{m=1}^K \left(\frac{1}{m}\right) P(m, L) \quad (2.9)$$

Також пропорційно L^d і може бути використане для оцінки фрактальної розмірності d .

2.5 Вейвлет-аналіз

Вейвлет аналіз є одним із видів спектрального аналізу. Роль базових функцій відіграють вейвлети. Базисом вейвлету є функція наступного типу [6]:

$$\psi_{ab}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (2.10)$$

де b – зсув, a – масштаб.

Також функція повиння мати нульову площу та бажано нульові моменти. Вейвлети використовуються для представлення сигналів і функцій у вигляді суперпозиції вейвлетів.

Вейвлетного перетворення має математичну основу, яка є подібною до перетворення Фур'є. Відмінністю від перетворення Фур'є є нова основа розкладання сигналів – вейвлетної функції [8].

Вейвлети бувають наступних видів: ортогональні, напівортогональні, біортогональні. Також вони можуть бути симетричними, асиметричними та несиметричними, з різною областю визначення та ступенем гладкості.

Спектр вейвлета $C(a,b)$ на відміну від спектра Фур'є є функцією двох змінних: масштабу a та зсуву b . Параметри можуть приймати будь-які значення в межах областей їх визначення.

Неперервне вейвлет перетворення визначається наступним чином:

$$T(a, b) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \int x(t) \psi^* \left(\frac{t - b}{a} \right) \quad (2.10)$$

де ψ^* – комплексне спряження.

Найбільш поширені базисні функції утворені з похідних вейвлета. Вибір конкретного вейвлета повністю залежить від поставленої задачі.

Результатом вейвлет-перетворення одновимірного сигналу є двовимірний масив значень $C(a,b)$. Розподіл цих значень у просторі (a,b) вейвлет-перетворенням або вейвлет-спектром [8]. Спектр $C(a,b)$ одновимірного сигналу можна уявити як поверхню в тривимірному просторі. Є різні способи візуалізації результату, серед яких найпоширеніший – проекція на площину з ізолініями (ізорівнями), що дозволяє побачити картину локальних екстремумів. При широкому діапазоні значень часто застосовують логарифмічні координати.

2.6 Архітектура системи підтримки прийняття рішень

Система підтримки прийняття рішень (СППР, англ. Decision Support System, DSS) – комп'ютеризована система, яка впливати на процес прийняття рішень.

Класична СППР містить наступні компоненти:

- система управління даними (the data management system);
- система управління моделями (the model management system);
- машина знань (the knowledge engine);
- інтерфейс користувача (the user interface);

Послідовність роботи СППР наступна:

- користувач робить запит до СППР;
- запит обробляється системою обробки даних та генерації рішень (СОДГР);
- користувачу надається результат виконання програми.

За способом обробки даних та знань системи підтримки прийняття рішень поділяються на наступні:

- текстово орієнтовані;
- орієнтовані на використання бази даних;
- орієнтовані на використання таблиць;
- орієнтовані на використання процедур та алгоритмів;
- на основі правил;
- гібридна архітектура – комбінування елементів системи з попередніх пунктів.

Висновки до розділу

В даному розділі розглянуто теорію хвиль Елліота, їх основні властивості, фрактальну природу та наведено приклади.

Досліджено фрактальну розмірність. Із розглянутих розмірностей була вибрана розмірність Мінковського оскільки вона найпростіша для обчислення на ЕОМ.

Досліджено вейвлет-аналіз у контексті хвиль Елліота.

Розглянуто системи підтримки прийняття рішень, розроблено архітектуру СППР для торгівлі на фінансовому ринку

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

3.1 Мова програмування та середовище розробки

Python – інтерпретована об'єктно-орієнтована мова програмування високого рівня зі строгою динамічною типізацією. Структури даних високого рівня разом із динамічною семантикою та динамічним зв'язуванням роблять її привабливою для швидкої розробки програм. Python підтримує модулі та пакети модулів, що сприяє модульності та повторному використанню коду. Інтерпретатор Python та стандартні бібліотеки доступні як у скомпільованій так і у вихідній формі на всіх основних платформах. В мові програмування Python підтримується декілька парадигм програмування, зокрема: об'єктно-орієнтована, процедурна, функціональна та аспектно-орієнтована.

Серед основних її переваг можна назвати такі [22]:

- чистий синтаксис (для виділення блоків слід використовувати відступи);
- кросплатформенність програм (що властиве більшості інтерпретованих мов);
- стандартний дистрибутив має велику кількість корисних модулів (включно з модулем для розробки графічного інтерфейсу);
- можливість використання Python в діалоговому режимі (дуже корисне для експериментування та розв'язання простих задач);
- стандартний дистрибутив має просте, але разом із тим досить потужне середовище розробки, яке зветься IDLE і яке написане на мові Python;
- зручний для розв'язання математичних проблем (має засоби роботи з комплексними числами, може оперувати з цілими числами довільної

величини, у діалоговому режимі може використовуватися як потужний калькулятор);

– відкритий код (можливість редагувати його іншими користувачами).

Python має ефективні структури даних високого рівня та простий, але ефективний підхід до об'єктно-орієнтованого програмування. Елегантний синтаксис Python, динамічна обробка типів, а також те, що це інтерпретована мова, роблять її ідеальною для написання скриптів та швидкої розробки прикладних програм у багатьох галузях на більшості платформ.

Інтерпретатор мови Python і багата стандартна бібліотека (як вихідні тексти, так і бінарні дистрибутиви для всіх основних операційних систем) можуть бути отримані з сайту Python www.python.org, і можуть вільно розповсюджуватися. Цей самий сайт має дистрибутиви та посилання на численні модулі, програми, утиліти та додаткову документацію.

Інтерпретатор мови Python може бути розширений функціями та типами даних, розробленими на C чи C++ (або на іншій мові, яку можна викликати із C). Python також зручна як мова розширення для прикладних програм, що потребують подальшого налагодження [22].

Jupyter Notebook – популярна безкоштовна інтерактивна оболонка для мови програмування Python, яка дозволяє об'єднати код, текст, графіки та діаграми і ділитися ними з іншими користувачами. Робочий файл є JSON-документом, який містить впорядкований список клітин введення та виведення. Це дуже зручний інструмент для проведення експериментів та оформлення результатів.

Jupyter, Python та більше 400 математичних, наукових, інженерних та аналітичних розширень входять до одного пакету – Anaconda.

Оскільки інтерфейс відкривається через браузер, то існують варіанти використання без установки програм.

3.2 Вибірка

Вибірка була взята з сайту www.investing.com. Вона містить дані про часовий ряд котирувань валютної пари євро/американський доллар. Вибірка була розбита на дві частини:

— навчальна: 01.04.2017 – 30.09.2017 ;

— тестова: 01.10.2017 – 31.10.2017.

Вона містить щоденний курс валют вказаної пари за кожен робочий день. Всього у вибірці 152 значення. Графік вибірки зображено на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Графік вибірки євро/американський доллар

Була обрана саме ця вибірка з наступних причин:

— часовий ряд котирувань двох найважливіших валют прямо стосується фінансової сфери;

— на графіку коливань валютної пари можна чітко виділити хвилю Елліота.

3.3 Аналіз отриманих результатів

Результатом неперервного вейвлет-перетворення є частотно-часовий спектр. Оскільки дані, представлені в тривимірному просторі, важко аналізувати та використовувати в наступних алгоритмах, було вирішено сплюснути та нормалізувати всі частоти. В результаті отримуємо звичайний графік.

3.3.1 DOG вейвлет

На рисунку 3.2 представлено індикатор вейвлета DOG на навчальній вибірці.



Рисунок 3.2 – Індикатор вейвлета DOG на навчальній вибірці

Проаналізувавши графік можна сказати, що він погано описує часовий ряд. Позитивним моментом є те, що даний вейвлет гарно ідентифікує імпульсну складову хвилі Елліота.

На рисунку 3.3 представлено індикатор вейвлета DOG на навчальній та тестовій вибірці.

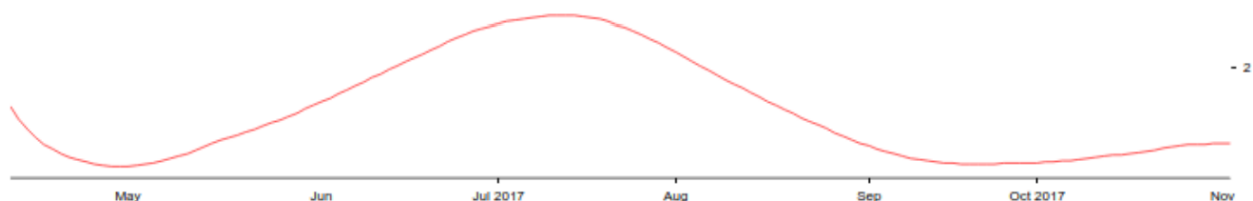


Рисунок 3.3 – Індикатор вейвлета DOG на навчальній та тестовій вибірці

З цього графіку слідує, що даний вейвлет не чутливий до дрібних коливань, тому на його основі не може використовуватися прогнозування.

3.3.2 Аналіз вейвлета Морле

На рисунку 3.4 представлено індикатор вейвлета Морле на навчальній та тестовій вибірці.



Рисунок 3.4 – Індикатор вейвлета Морле на навчальній та тестовій вибірці

Проаналізувавши значення на цьому графіку можна сказати, що вейвлет Морле дуже слабо корелює з даними та зовсім не підходить для прогнозування на валютному ринку.

3.3.3 Аналіз вейвлета Рікера

На рисунку 3.5 представлено індикатор вейвлета Рікера на навчальній вибірці.

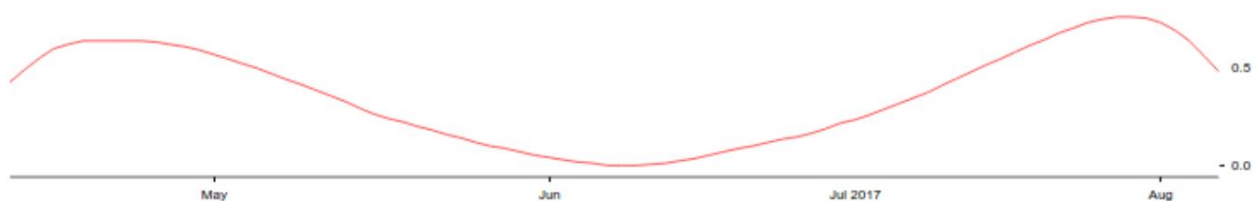


Рисунок 3.5 – Індикатор вейвлета Рікера на навчальній вибірці

На рисунку 3.6 представлено індикатор вейвлета Рікера на навчальній та тестовій вибірці.

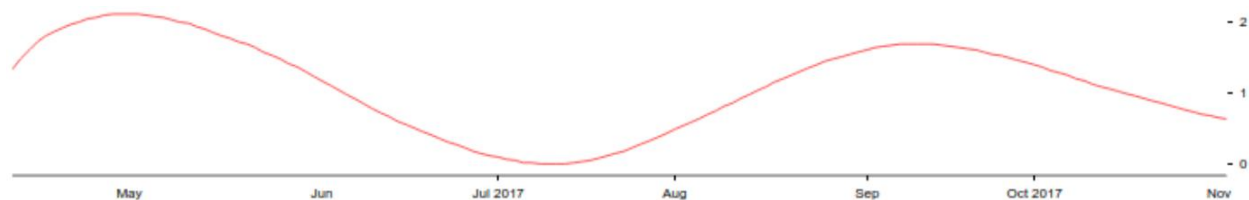


Рисунок 3.6 – Індикатор вейвлета Рікера на навчальній та тестовій вибірці

З попередніх двох рисунків можна зробити висновок, що вейвлет Рікера краще за інших виявляє хвилі Елліота.

3.3.4 Аналіз вейвлета Пауля

На рисунку 3.7 представлено індикатор вейвлета Пауля на навчальній вибірці.



Рисунок 3.7 – Індикатор вейвлета Пауля на навчальній вибірці

На рисунку 3.8 представлено індикатор вейвлета Пауля на навчальній та тестовій вибірці.

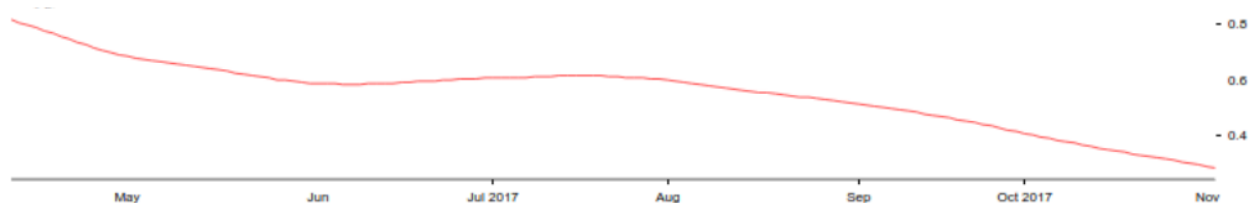


Рисунок 3.8 – Індикатор вейвлета Пауля на навчальній та тестовій вибірці

Проаналізувавши попередні два рисунки можна визначити, що вейвлет Пауля досить гарно повторює поведінку валютної пари. Швидкість зміни графіка індикатора цього вейвлета не така велика, як швидкість зміни самого курсу.

3.3.5 Аналіз фрактальної розмірності

На рисунку 3.9 представлено індикатор фрактальної розмірності на навчальній вибірці.



Рисунок 3.9 – Індикатор фрактальної розмірності на навчальній вибірці

Проаналізувавши рисунок можна дійти висновку, що не вдаються знайти закономірність. Розмір вибірки занадто маленький для цього методу. Також графік вказує на наявність фрактальної структури.

3.3.6 Аналіз показника Херста

На рисунку 3.10 представлено показник Херста на навчальній вибірці.



Рисунок 3.10 – Індикатор фрактальної розмірності на навчальній вибірці

Проаналізувавши рисунок можна дійти висновку, що показник підходить для аналізу історичних даних проте не може використовуватися для досить точних прогнозів.

3.3.7 Порівняння результатів

В таблиці 3.1 наведено порівняння результатів роботи методів, описаних вище.

Таблиця 3.1 – Порівняння результатів

Назва методу	MEA	RMSE	R2
Поліноміальна регресія	0.00437	0.00565	0.677
Індикатор DOG вейвлета	0.00406	0.00529	0.718
Індикатор вейвлета Морле	0.00413	0.00538	0.708
Індикатор вейвлета Рікера	0.00402	0.00521	0.725
Індикатор вейвлета Пауля	0.00411	0.00534	0.713
Індикатор фрактальної розмірності	0.00433	0.00562	0.681
Індикатор показника Херста	0.00427	0.00554	0.691

Можна зробити висновок, що найкращий метод – з використанням вейвлета Рікера.

Висновки до розділу

У цьому розділі використовувалися індикатори на основі вейвлетів DOG, Морле, Рікера, Пауля, фрактальної розмірності та показника Херста.

Для ефективного аналізу неперевних вейвлет перетворень розроблено алгоритм стискання спектру до двухвимірному простору. Кожний вейвлет, що розглянуто в цьому розділі, було переведено до вигляду індикатора для прогнозування наступних значень. В результаті виявлено найбільш точний індикатор, поведінка якого на граничних інтервалах співпадає зі поведінкою часового ряду валютних котирувань.

На основі проведеної роботи можна зробити модель для прогнозування ціна на фінансовому ринку. При цьому бажано поєднати коефіцієнти цієї моделі з коефіцієнтами якої небудь іншої, наприклад поліноміальної регресії.

Створена архітектура СППР для часових рядів для фінансових ринків. Проведено аналіз подій та наведено порівняльну характеристику показників. Показано результати роботи алгоритму з часовими рядами. Аналіз цих показує, що алгоритм здатен ідентифікувати хвилі Елліота.

4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Метою даного розділу є проведення маркетингового аналізу стартап проекту для визначення принципової можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації цього впровадження.

4.1 Опис ідеї проекту

Опис ідеї стартап-проекту наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Розробка системи, яка дозволяє робити прогнози на фінансових ринках	Моніторинг параметрів фінансових ринків	Дозволяє контролювати параметри фінансових ринків
	Дозволяє робити прогноз	Показує можливий розвиток ринку
	Автоматизація процесів	Автоматизація процесів стеження за ринком та пропонування вигідних варіантів

У таблиці 4.2 наведено сильні, слабкі та нейтральні характеристики ідеї проекту.

Таблиця 4.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко- економічні характеристи ки ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слаб ка сторо на)	N (нейт ра льна сторо на)	S (силь на сторо на)
		Мій проект	Конку рент1	Конку рент2	Конк у рент3			
1	Зручність	+/-	-	+/-	+		+	
2	Собівартість	Низь ка	Серед ня	Серед ня	Висо ка			+
3	Кросс- платформені сть	+	+	+	+		+	
4	Швидкість	+	+	-	+		+	

4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Метою цього пункту є дослідження комерційного потенціалу та перспектив впровадження у виробництво результатів наукових досліджень. Технологічну здійсненність ідей проекту наведено у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Створення веб-додатку	ASP.NET	Наявна	Безкоштовна, доступна
2	Створення мобільного додатку	Android SDK	Наявна	Безкоштовна, доступна
3	Створення десктопного додатку	.NET	Наявна	Безкоштовна, доступна
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Створення веб-додатку – ASP.NET тому що члени команди мають досвід роботи а також через поширеність технологій та простоті розробки, мобільного – Android, бо безкоштовний а також пристроїв на цієї ОС значно більше.				

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Попередню характеристику потенційного ринку стартап-проекту наведено у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	5000 грн./ум.од
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Немає
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	$R = (3000000 * 100) / (1000000 * 12) = 25\%$

Характеристику потенційних клієнтів стартап-проекту наведено у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Крос-платформенність	Всі користувачі	Різні операційні системи, мобільні пристрої	Наявність веб інтерфейсу
2	Спрощення інтерфейсу користувача	Нові користувачі	Різний досвід користування	Простота користування та зрозумілість

Фактори загроз наведено у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Конкуренція	Вихід на ринок великої компанії	Вихід з ринку, запропонувати себе поглинути
2	Зміна потреб користувачів	Зміна інтеграцій	Можливість легкої зміни ПЗ

Фактори можливостей наведено у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Зростання можливостей потенційних апокупців	Ріст зацікавленості до продукту з боку нових користувачів	Додати підказки, інструкції та демо
2	Зниження довіри до конкурентів	У конкурентів іноді трапляються витоки даних	Звернути увагу на безпеку власного продукту

У таблиці 4.8 наведено ступеневий аналіз конкуренції на ринку.

Таблиця 4.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції - досконала	Існує 3 фірми-конкурентки на ринку	Врахувати ціни конкурентних компаній на початкових етапах створення бізнесу, реклама (вказати на конкретні переваги перед конкурентами)

Продовження таблиці 4.8

2. За рівнем конкурентної боротьби - міжнародний	Компаній – з інших країни	Додати можливість вибору мови ПЗ, щоб легше було у майбутньому вийти на міжнародний ринок
3. За галузевою ознакою - внутрішньогалузева	Конкуренти мають ПЗ, яке використовується лише всередині даної галузі	Створити основу ПЗ таким чином, щоб можна було легко переробити дане ПЗ для використання у інших галузях
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-видова	Види товарів є однаковими, а саме – програмне забезпечення	Створити ПЗ, враховуючи недоліки конкурентів
5. За характером конкурентних переваг - нецінова	Вдосконалення технології створення ПЗ, щоб собівартість була нижчою	Використання менш дорогих технологій для розробки, ніж використовують конкуренти
6. За інтенсивністю - марочна	Бренди присутні	Активна реклама, яка вказує на переваги саме даного рішення, натякаючи на недоліки конкурентів

У таблиці 4.9 наведено аналіз конкуренції в галузі за М. Портером.

Таблиця 4.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Навести перелік прямих конкурентів	Визначити бар'єри входження в ринок	Визначити фактори сили постачальників	Визначити фактори сили споживачів	Фактори загроз з боку замінників
Висновки	Існує 3 конкуренти на ринку. Найбільш схожим за виконанням є конкурент 3, так як його рішення також представлене у вигляді веб-додатку та мобільному додатку.	Є конкуренти, є можливість виходу на ринок	Постачальників багато, тому можна вважати, що вони не диктують умови на ринку	Важливі для користування є наявність веб та мобільного додатку а також безпека системи	Товари-замінники можуть використати більш дешеву технологію створення ПЗ та зменшити собівартість товару

У таблиці 4.10 наведено обґрунтування факторів конкурентоспроможності.

Таблиця 4.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Простота інтерфейсу користувача	Простота роботи х програмою спрощує роботу користувачеві, що робить її більш комфортною та зручною
2	Наявність додатків під різні платформи	Дозволяє працювати з системою з різних пристроїв у зручній формі

Далі в таблиці 4.11 наведено порівняльний аналіз сильних та слабких сторін.

Таблиця 4.11 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні						
			-3	-2	-1		1	2	3
1	Простота інтерфейсу користувача	20				+			
2	Наявність додатків під різні платформи	15				+			

У таблиці 4.12 наведено SWOT- аналіз стартап-проекту.

Таблиця 4.12 – SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: Простота інтерфейсу користувача, захищеність, наявність веб та мобільного додатку	Слабкі сторони: Відсутність IOS версії та розкрученості бренду
Можливості: у конкурента виявлена проблема із безпекою ПЗ, зацікавленість продуктом ширших груп споживачів	Загрози: конкуренція, зміна потреб користувачів

У таблиці 4.13 наведено альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту.

Таблиця 4.13 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Використання лише веб інтерфейсу	80%	2 місяць
2	Розробка веб, мобільної та десктопної версії	60%	3 місяці

Обираємо альтернативу 1, тому що вона має більшу ймовірність отримання ресурсів та менший час реалізації.

Після аналізу зазначити обрану альтернативу.

З означених альтернатив обирається та, для якої: а) отримання ресурсів є більш простим та ймовірним; б) строки реалізації – більш стислими.

4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Метою даного пункту є ідентифікація цільових груп користувачів програмного забезпечення. У таблиці 4.14 наведено вибір цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 4.14 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Люди з технічною освітою, що мають схильність та ентузіазм до покращення оточуючої середовища	Критичним є інтеграція з іншими сервісами, можливість використання сторонніх пристроїв	Контроль параметрів приміщення, автоматизація процесів	Існує 3 конкуренти, які надають схожі рішення. До того ж – лише 1 конкурент надає веб та мобільний додаток	У сегмент увійти просто, необхідно лише надати можливість до самостійної зміни деяких компонентів
2	Люди, які мають достатньо коштів і небайдужі до впровадження нових рішень	Критичним є простий та зрозумілий інтерфейс	Контроль параметрів приміщень		Маючи простий та зрозумілий інтерфейс, вийти на ринок не складно

Продовження таблиці 4.14

3	Люди, які хочуть економити енергоносії	Критичним є енергоефективність	Автоматизація процесів, енергозбереження		Складно, необхідні складні механізми енергоефективності
---	--	--------------------------------	--	--	---

Які цільові групи обрано: групи 1 та 2. У таблиці 4.15 наведено визначення базової стратегії розвитку.

Таблиця 4.15 – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Використання лише веб інтерфейсу	Ринкове позиціонування	Простота використання, пришвидшення роботи, кросплатформеність	Диференціації

У таблиці 4.16 наведено визначення базової стратегії конкурентної поведінки.

Таблиця 4.16 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Ні	Так	Буде, наявність як веб так і мобільного додатку	Зайняття конкурентної ніші

За умов насичення ринку товарами та послугами з метою виділитися серед конкурентів та зайняти гідне місце у свідомості не тільки споживачів, а й усіх учасників ринку компанії спрямовують свої зусилля на диференціювання пропозицій, на основі чого здійснюють позиціонування своєї продукції.

У таблиці 4.17 наведено визначення стратегії позиціонування

Таблиця 4.17 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартаппроекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Простота інтерфейсу, можливість кастомізації системи	Диференціації	Простота користувацького інтерфейсу, що дозволяє спростити роботу з системою, можливість кастомізації, що вимагає наявності можливості роботи з сторонніми системами та пристроями	Кастомізація, простота, гнучкість

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

У таблиці 4.18 наведено визначення ключових переваг концепції потенційного товару.

Таблиця 4.18 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Кастомізація	Можливість інтеграції з іншими системами	Можливість роботи з модулями інших систем
2	Простота інтерфейсу	Простота та зручність ПЗ	Користувачам не потрібно замислюватися над тим як працювати з системою

У таблиці 4.19 наведено опис трьох рівнів моделі товару.

Таблиця 4.19 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Об'єкт дозволяє користувачам налаштувати параметри моніторингу стану приміщення, керувати віддалено пристроями		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Наявність веб додатку 2. Наявність мобільного додатку 3. Інтеграція з іншими сервісами 4. Простота використання	-	-
	Якість: згідно стандарту		
	Маркування присутнє		
	Моя компанія. «АСІоТ»		
III. Товар із підкріпленням	Відсутня підтримка до продажу		
	Постійна підтримка для користувачів після продажу		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: ноу-хау			

У таблиці 4.20 наведено визначення меж встановлення ціни.

Таблиця 4.20 – Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товаризамінники	Рівень цін на товарианалоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	6000	7000	200000	5000

У таблиці 4.21 наведено формування системи збуту.

Таблиця 4.21 – Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Купують ПЗ	Продаж	0(напрямую), 1(через одного посередника)	Власна та через посередників

У таблиці 4.22 наведено концепція маркетингових комунікацій.

Таблиця 4.22 – Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Замовлення через інтернет	Інтернет	Можливість кастомізацій	Показати переваги ПЗ, у тому числі і перед конкурентами	Демо-ролик із використання

Висновки до розділу

Згідно до проведених досліджень:

- існує можливість ринкової комерціалізації проекту;
- існують перспективи впровадження з огляду на потенційні групиклієнтів, бар'єри входження не є високими, проект має значні переваги перед конкурентами;
- подальша імплементація є доцільною

ВИСНОВКИ

Відповідно до хвильової теорії Елліота, всі процеси, в тому поведінка суспільства та фінансових ринків, є циклічними та складаються з хвиль, які є самоподібними, тобто є маленькі хвиль, які утворюють хвилі більшого розміру, а ті, у свою чергу, утворюють хвилі ще більшого розміру. Тобто ці хвилі описують циклічні процеси, які відбуваються та фінансовому ринку.

Головна проблема хвильової теорії криється в тому, що зараз фахівці з технічного аналізу ідентифікують хвилі Елліота вручну. Це потребує великих зусиль, породжує складнощі та вносить людський фактор в застосування теорії.

В даній роботі проведено аналіз теорії хвиль Елліота, проведено аналіз методів ідентифікації хвиль. Розроблена архітектура системи підтримки прийняття рішень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. A. J. Frost Elliott Wave Principle: Key to Market Behavior. / A. J. Frost, R. R. Prechter — Delhi: Elliott Wave International, 2005. — 190 p.
2. Джозеф Т. Упрощенный Анализ Волны Эллиота. / Джозеф Т. — СПб.: Литера, 2012. — 80 с.
3. S. B. Achelis Technical Analysis from A to Z. / S. B. Achelis — Probus: Probus Pub, 1995. — 80 p.
4. Калущ Ю. А. Показатель Хёрста и его скрытые свойства. / Калущ Ю. А., Логинов В. М. // Сиб. журн. индустр. матем.. — 2002. — №5:4. — С. 29—37.
5. Короновский А. А. Непрерывный вейвлетный анализ и его приложения. / Короновский А. А., Храмов А.Е. — М.: Физматлит, 2003. — 158 с.
6. H. J. Nussbaumer Fast Fourier Transform and Convolution Algorithms. / H. J. Nussbaumer — London: Springer, 1982. — 240 p.
7. Roads C. The computer music tutorial / Roads C. — Boston: The MIT Press, 1996. — 1256 p.
8. P. Bloomfield Fourier Analysis of Time Series: An Introduction. / P. Bloomfield — Boston: The MIT Press, 2014. — 288 p.
9. B. Mandelbrot Fractals in Petroleum Geology and Earth Processes. / B. Mandelbrot — New York: P.R. La Pointe, 1969. — 969 p.
10. А.Н. Ширяев Вероятность. / А.Н. Ширяев — М.: Физматлит, 2012. — 520 с.
11. Д. Возный Код Эллиотта: волновой анализ рынка FOREX / Д. Возный — М.: Омега-Л, 2006. — 240 с.

- 12.Спицнадель В. Н. Основы системного анализа / Спицнадель В. Н. – СПб.: Изд. дом «Бизнес-пресса», 2000. – 326 с.
- 13.S. Valdez An Introduction To Global Financial Markets / S. Valdez, P. Molyneux – New York: Palgrave, 2016. – 517 p.
- 14.M. Barnsley Fractals everywhere / M. Barnsley – Cambridge: Academic Press Professional, 1998. – 533 p.
- 15.M. Barnsley The Science of Fractal Images / M. Barnsley, R. Devaney, B. Mandelbrot – New York: Springer-Verlag, 1988 – 312 p.
- 16.В. Борискин Гармонический волновой анализ финансовых рынков / В. Борискин – М.: Smart Book, 2008 – 152 с.
- 17.A.J. Frost Elliott Wave Principle / A.J. Frost, R. Prechter – New York: Palgrave, 2011. – 118 p.
- 18.The future of wave analysis: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wavebasis.com/>. – Дата доступа: 01.11.2018.
- 19.А. А. Шумейко Интеллектуальный анализ данных (Введение в Data Mining) / А. А. Шумейко, С. Л. Сотник – Днепропетровск: Издатель Белая Е. А., 2012. – 212 с.
- 20.Coifman R. R. Time-in variant wavelet denoising / Coifman R. R. – Stanford: Springer, 1995. – 150 p.
- 21.Richard M. Crownover. Introducuion in fractals and chaos / Richard M. Crownover – Boston: Jones and Bartlett, 1995. – 353 p.
- 22.Марк Лутц Изучаем Python / Марк Лутц ; пер. с англ. А. Киселева. – 4-е издание. – СПб. : Символ-Плюс, 2011. – 1280 с.
- 23.Структура ринку цінних паперів: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://infopedia.su/8x8172.html/>. – Дата доступу: 16.10.2018

ДОДАТОК А ЛІСТИНГ КОДУ

elliott.py

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import os
import pywt
import datetime

elliott_waves = []
wavelets = pywt.families()
def showPlot(date, data, file_name):
    fig, ax = plt.subplots()
    ax.plot(date, data)
    fig.savefig(file_name)
    plt.close(fig)
def generate_elliott_waves(folder):
    common_folder = 'static/results/'
    folder_name = 'elliott/'
def trend(data):
    return 0 * np.arange(len(data))
def print_wave(data, file_name):
    date = np.arange(len(data))
    return showPlot(date, data, file_name)
def print_fft(data, file_name):
    A = np.fft.fft(data)
    frrAbs = np.abs(A)
    return print_wave(frrAbs, file_name)
def get_filter(arr):
    return list([x for x in arr])
def print_wavelet(data, wavelet_name, filter, file_name):
    result = pywt.dwt(data, wavelet_name)
    if filter == 'high':
        return print_wave(result[0], file_name)
    elif filter == 'low':
        return print_wave(result[1], file_name)
def build_elliott_waves(path):
    x = [1, 3, 2, 4]
    z = [1, 3, 2, 4, 3, 5]
    if not os.path.exists(os.path.abspath(path)):
        os.makedirs(os.path.abspath(path))
    minus_x = np.subtract(np.max(x), x)
    minus_z = np.subtract(np.max(z), z)
    elliott_waves.append('x')
    elliott_waves.append('z')
    elliott_waves.append('minus_x')
    elliott_waves.append('minus_z')
def generate_elliott_waves(scale=4):
    import random
```

```

w1 = np.zeros(6)
w2 = np.zeros(4)
w1[1] = int(random.randint(3,scale))
w1[2] = int(random.randint(1, w1[1]- 1))
valid = True
while valid:
    temp = int(random.randint(1,3)) * int(random.randint(1, scale))
    if w1[1] >= w1[2] + temp:
        continue
    w1[3] = int(random.randint(w1[1], w1[2] + temp))
    if (w1[3] - w1[2]) > w1[1]:
        valid = False
    w1[4] = int(random.randint(w1[1], w1[3]))
    w1[5] = w1[4] + w1[1]
    w2[0] = w1[5]
    valid = True
    result = list(w1) + list(w2)[1:]
    proliferated_result = [] #
    multiply number of points by
    step_number
    step_number = 20
    for i in range(1, len(result)):
        for j in range(0, step_number):
            proliferated_result.append(result[i - 1] + (float(j) * (result[i] -
            result[i - 1])) / step_number)
            result = proliferated_result
            result_m = np.subtract(np.max(result), result)
    return result, result_m
def generate_elliott_waves_wrapper(scale=4):
    print("generate_elliott_waves_wrapper")
    value, _ = generate_elliott_waves(scale)
    base = datetime.datetime(2001, 1, 1)
    date = [base + datetime.timedelta(days=x) for x in range(0, len(value))]
    date = list(date)
    print(date)
    value = np.array(value)
    return date, value

```

transform.py

```

from __future__ import division
import numpy as np
import scipy
import scipy.signal
import scipy.optimize
import scipy.special
from .wavelets import Morlet
__all__ = ['cwt', 'WaveletAnalysis', 'WaveletTransform']
def cwt(data, wavelet=None, widths=None, dt=1, frequency=False, axis=-1):
    if widths is None:
        raise UserWarning('Have to specify some widths (scales)')
    if not wavelet:
        raise UserWarning('Have to specify a wavelet function')
    if frequency:

```

```

        slices = [slice(None) for _ in out.shape]
        slices[axis] = slice(None, N)
    if data.ndim == 1:
        return out[slices].squeeze()
    else:
        return out[slices]
class WaveletTransform(object):
    def __init__(self, data=None, time=None, dt=1, dj=0.125, wavelet=Morlet(),
unbias=False, mask_coi=False, frequency=False, axis=-1):
        self.data = data
        if time is None:
            time = np.indices((data.shape[axis],)).squeeze() * dt
        self.time = time
        self.anomaly_data = self.data - self.data.mean(axis=axis,
keepdims=True)
        self.N = data.shape[axis]
        self.data_variance = self.data.var(axis=axis, keepdims=True)
        self.dt = dt
        self.dj = dj
        self.wavelet = wavelet
        self.cwt = cwt
        self.frequency = frequency
        self.unbias = unbias
        self.mask_coi = mask_coi
        self.axis = axis
    @property
    def fourier_period(self):
        return getattr(self.wavelet, 'fourier_period')
    @property
    def fourier_periods(self):
        return self.fourier_period(self.scales)
    @property
    def s0(self):
        if not hasattr(self, '_s0'):
            return self.find_s0()
        else:
            return self._s0
    @s0.setter
    def s0(self, value):
        setattr(self, '_s0', value)
        def find_s0(self):
            dt = self.dt
            def f(s):
                return
                self.fourier_period(s) - 2 * dt
            return scipy.optimize.fsolve(f, 1)[0]
    @property
    def scales(self):
        if not hasattr(self, '_scales'):
            return self.compute_optimal_scales()
        else:
            return self._scales
    @scales.setter
    def scales(self, value):
        setattr(self, '_scales', value)

```

```

def compute_optimal_scales(self):
    dt = self.dt
    dj = self.dj
    s0 = self.s0
    J = int((1 / dj) *
np.log2(self.N * dt / s0))
    sj = s0 * 2 ** (dj *
np.arange(0, J + 1))
    return sj
    dt = self.dt
    N = self.N
    a = 2 * np.pi / (N * dt)
    if k is None:
        k = np.arange(N)
        w_k = np.arange(N) * a
        w_k[np.where(k > N // 2)] *= -1
    elif type(k) is np.ndarray:
        w_k = a * k
        w_k[np.where(k > N // 2)] *= -1
    else:
        w_k = a * k
    if k <= N // 2:
        pass
    elif k > N // 2:
        w_k *= -1
    return w_k
@property
def wavelet_transform(self):
    if self.frequency:
        wavelet = self.wavelet.frequency
    else:
        wavelet = self.wavelet.time
    return self.cwt(self.anomaly_data, wavelet=wavelet, widths=widths,
dt=self.dt, frequency=self.frequency, axis=self.axis)
@property
def wavelet_power(self):
    if self.unbias:
        return (np.abs(self.wavelet_transform).T** 2 / self.scales).T
    elif not self.unbias:
        return np.abs(self.wavelet_transform) ** 2
def reconstruction(self, scales=None):
    dj = self.dj
    dt = self.dt
    C_d = self.C_d
    Y_00 = self.wavelet.time(0)
    if scales is not None:
        old_scales = self.scales
        self.scales = scales
        s = self.scales
        W_n = self.wavelet_transform
    if scales is not None:
        self.scales = old_scales
        real_sum = np.sum(W_n.real.T / s ** .5, axis=-1).T
        x_n = real_sum * (dj * dt ** .5 / (C_d * Y_00))
        x_n += self.data.mean(axis=self.axis, keepdims=True)

```

```

        return x_n
@property
def global_wavelet_spectrum(self):
    if not self.mask_coi:
        mean_power = np.mean(self.wavelet_power, axis=1)
    elif self.mask_coi:
        mean_power = self.coi_mean(self.wavelet_power, axis=1)
    var = self.data_variance
    return mean_power / var
def coi_mean(self, arr, axis=1):
    s = self.scales
    t = self.time
    T, S = np.meshgrid(t, s)
    inside_coi = (coi(S) < T) & (T < (T.max() - coi(S)))
    mask_power = np.ma.masked_where(~inside_coi, self.wavelet_power)
    mask_mean = np.mean(mask_power, axis=axis)
    return mask_mean
@property
def C_d(self):
    if hasattr(self.wavelet, 'C_d'):
        return self.wavelet.C_d
    else:
        return self.compute_Cdelta()
def compute_Cdelta(self):
    dj = self.dj
    dt = self.dt
    s = self.scales
    W_d = self.wavelet_transform_delta
    Y_00 = self.wavelet.time(0)
    real_sum = np.sum(W_d.real / s ** .5)
    C_d = real_sum * (dj * dt ** .5 / Y_00)
    return C_d
@property
def wavelet_variance(self):
    dj = self.dj
    dt = self.dt
    C_d = self.C_d
    N = self.N
    s = np.expand_dims(self.scales, 1)
    A = dj * dt / (C_d * N)
    var = A * np.sum(np.abs(self.wavelet_transform) ** 2 / s)
    return var
@property
def coi(self):
    Tmin = self.time.min()
    Tmax = self.time.max()
    Tmid = Tmin + (Tmax - Tmin) / 2
    s = np.logspace(np.log10(self.scales.min()),
np.log10(self.scales.max()), 100)
    c1 = Tmin + self.wavelet.coi(s)
    c2 = Tmax - self.wavelet.coi(s)
    C = np.hstack((c1[np.where(c1 < Tmid)], c2[np.where(c2 > Tmid)]))
    S = np.hstack((s[np.where(c1 < Tmid)], s[np.where(c2 > Tmid)]))
    iC = C.argsort()
    sC = C[iC]

```

```

        sS = S[iC]
        return sC, sS
def plot_power(self, ax=None, coi=True):
    import matplotlib.pyplot as plt
    if not ax:
        fig, ax = plt.subplots()
    Time, Scale = np.meshgrid(self.time, self.scales)
    ax.contourf(Time, Scale, self.wavelet_power, 100)
    ax.set_yscale('log')
    ax.grid(True)
    if coi:
        coi_time, coi_scale = self.coi
        ax.fill_between(x=coi_time,
            y1=coi_scale,
            y2=self.scales.max(),
            color='gray',
            alpha=0.3)
        ax.set_xlim(self.time.min(),
            self.time.max())
    return ax
WaveletAnalysis = WaveletTransform

```

wawelets.py

```

from __future__ import division
import numpy as np
import scipy
import scipy.signal
import scipy.optimize
import scipy.special
from scipy.misc import factorial
__all__ = ['DOG', 'Morlet', 'Paul', 'Ricker', 'Ricker']
class Morlet(object):
    def __init__(self, w0=6):
        self.w0 = w0
        if w0 == 6:
            self.C_d = 0.776
    def __call__(self, *args, **kwargs):
        return self.time(*args, **kwargs)
    def time(self, t, s=1.0, complete=True):
        w = self.w0
        x = t / s
        output = np.exp(1j * w * x)
        if complete:
            output -= np.exp(-0.5 * (w ** 2))
            output *= np.exp(-0.5 * (x ** 2)) * np.pi ** (-0.25)
        return output
    def fourier_period(self, s):
        x = w * s
        Hw = np.array(w)
        Hw[w <= 0] = 0
        Hw[w > 0] = 1
        return np.pi ** -.25 * Hw * np.exp(-(x - self.w0) ** 2) / 2)
    def coi(self, s):
        return 2 ** .5 * s

```



```

class Paul(object):
    def __init__(self, m=4):
        self.m = m
    def __call__(self, *args, **kwargs):
        return self.time(*args, **kwargs)
    def time(self, t, s=1.0):
        m = self.m
        x = t / s
        const = (2 ** m * 1j ** m * factorial(m)) / (np.pi * factorial(2 * m))

        functional_form = (1 - 1j * x) ** -(m + 1)
        output = const * functional_form
        return output
    def fourier_period(self, s):
        return 4 * np.pi * s / (2 * self.m + 1)
    def frequency(self, w, s=1.0):
        m = self.m
        x = w * s
        Hw = 0.5 * (np.sign(x) + 1)
        const = 2 ** m / (m * factorial(2 * m - 1)) ** .5
        functional_form = Hw * (x) ** m * np.exp(-x)
        output = const * functional_form
        return output
    def coi(self, s):
        return s / 2 ** .5

class DOG(object):
    def __init__(self, m=1):
        if m == 2:
            self.C_d = 3.541
        elif m == 6:
            self.C_d = 1.966
        else:
            pass
        self.m = m
    def __call__(self, *args, **kwargs):
        return self.time(*args, **kwargs)
    def time(self, t, s=1.0):
        x = t / s
        m = self.m
        He_n = scipy.special.hermitenorm(m)
        gamma = scipy.special.gamma
        const = (-1) ** (m + 1) /
            gamma(m + 0.5) ** .5
        function = He_n(x) * np.exp(-x ** 2 / 2)
        return const * function
    def fourier_period(self, s):
        return 2 * np.pi * s / (self.m + 0.5) ** .5
    def frequency(self, w, s=1.0):
        m = self.m
        x = s * w
        gamma = scipy.special.gamma
        const = -1j ** m / gamma(m + 0.5) ** .5
        function = x ** m * np.exp(-x ** 2 / 2)
        return const * function
    def coi(self, s):
        return 2 ** .5 * s

```

```
def frequency(self, w, s=1.0):  
    m = self.m  
    x = w * s  
    Hw = 0.5 * (np.sign(x) + 1)  
    const = 2 ** m / (m * factorial(2 * m - 1)) ** .5  
    functional_form = Hw * (x) ** m * np.exp(-x)  
    output = const * functional_form  
    return output
```